



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE - CTS, CAMPUS ARARANGUÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E
COMUNICAÇÃO - PPGTIC

SUSI MACHADO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS EXPRESSÕES FACIAIS DO APRENDIZ COM AS
ATIVIDADES DE ENSINO-APRENDIZAGEM NO SISTEMA TUTOR
INTELIGENTE MAZK**

Araranguá
2023

SUSI MACHADO DE OLIVEIRA



**ANÁLISE COMPARATIVA DAS EXPRESSÕES FACIAIS DO APRENDIZ COM AS
ATIVIDADES DE ENSINO-APRENDIZAGEM DO SISTEMA TUTOR
INTELIGENTE MAZK**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Orientador: Prof. , Dr^a.Eliane Pozzebon

Coorientador :Prof., Dr.Antonio Carlos Sobieranski

Araranguá
2023

Ficha de identificação da obra

Oliveira, Susi Machado

Análise comparativa das Expressões Faciais do aprendiz com as atividades de ensino-aprendizagem do Sistema Tutor Inteligente MAZK / Susi Machado Oliveira; orientadora, Eliane Pozzebon, coorientador, Antonio Carlos Sobieranski, 2023.

107p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá. Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Araranguá, 2023.

Inclui Referências.

1. Inteligência Artificial 2. Computação Afetiva 3. Reconhecimento Facial 4. Sistema Tutor Inteligente 5. Emocional. I. Pozzebon, Eliane. II. Sobieranski, Antonio Carlos. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação. IV. Título.

SUSI MACHADO DE OLIVEIRA



**ANÁLISE COMPARATIVA DAS EXPRESSÕES FACIAIS DO APRENDIZ COM AS
ATIVIDADES DE ENSINO-APRENDIZAGEM DO SISTEMA TUTOR
INTELIGENTE MAZK**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr^a Raquel Cardoso de Faria e Custódio.
Instituição Instituto Federal Catarinense

Prof. Dr. Roberval Marcelino
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Giovanni Mendonça Lunardi
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em [nome do título obtido pelo Programa].

Prof. Dr. Giovani Mendonça Lunardi
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof.a, Dr^a. Eliane Pozzebon
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Antonio Carlos Sobieranski
Coorientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Araranguá
2023

Este trabalho é dedicado a três mulheres que foram a minha força durante a minha trajetória acadêmica, pois, mesmo nos períodos que eu optei por não estudar, a semente que elas plantaram germinava e me direcionava para voltar aos estudos.

A minha mãe Elza Machado de Oliveira que, apesar de poucas posses, sempre disse: “filha estuda, pois só o estudo vai te levar aonde você quer chegar”. Ela não falava só de bens materiais, ela insistia que eu buscasse conhecimento. Ela dizia: “Uma mulher estudada ocupa outros patamares.” E ela tinha toda razão!

À Zenia Heller, diretora da Escola Estadual de Ensino Médio Felipe Marx, que, nos anos setenta, chorou na minha frente, contando a sua história de vida e pedindo que eu não largasse o estudo para trabalhar, que eu tivesse mais um pouco de paciência e terminasse o ensino básico. Infelizmente, eu não atendi o conselho dela e da minha mãe e fui trabalhar. Os anos se passaram e é lógico que um dia eu entendi o que elas muitas vezes tentaram que eu compreendesse.

A minha orientadora Eliane Pozzebon, mulher forte, decidida, que tem toda a minha admiração e respeito. Ela me deu a oportunidade de ingressar no mestrado e me apoiou em todas as horas. Até quando eu fiquei fraca, ela me deu uma injeção de ânimo e disse: “Nem pensar, aluno meu não desiste, você vai conseguir”.

Sempre temos oportunidade de corrigir a nossa trajetória. E hoje estou corrigindo a minha, inspirada nestas três mulheres.

AGRADECIMENTOS

Aqui registro meu agradecimento a todos que contribuíram de alguma forma para que eu chegasse até aqui.

Ao meu esposo José Padilha que esteve ao meu lado incondicionalmente.

Agradeço o meu coorientador Antonio Carlos Sobieranski.

Ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá. Pela oportunidade que me foi dada de aprimorar os conhecimentos, crescer e contribuir profissionalmente.

A todas as escolas que me acolheram para aplicação desta pesquisa, em especial, às EEB Professora Maria Garcia Pessi, EEB João Colodel e EEB Araranguá.

À banca examinadora, pela disponibilidade de contribuir em prol do aperfeiçoamento deste trabalho.

A toda equipe do LabTeC - Laboratório de Tecnologias Computacionais - da UFSC Araranguá por todas as dicas, companheirismo, risadas e pipocas.

A tarefa é não tanto para ver o que ninguém viu ainda, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre o que todo mundo vê.
(Schopenhauer, 1830)

RESUMO

As expressões faciais mostram as emoções do ser humano, demonstrando uma reação, seja ela positiva ou negativa, referente ao que está se vivenciando no momento. Reconhecer essas expressões pode favorecer o sistema de ensino e aprendizagem nas instituições educacionais. O uso de sistemas inteligentes se torna uma ferramenta importante nesse sentido, auxiliando na captura de imagens das faces dos aprendizes, distinguindo as emoções e avaliando o desempenho dos mesmos. O objetivo deste estudo é comparar as expressões faciais dos aprendizes com os resultados das atividades realizadas no sistema tutor inteligente MAZK. Este estudo é uma pesquisa de natureza básica, juntamente a uma pesquisa exploratória, objetivamente, tecnicamente colocada como pesquisa bibliográfica e de caráter qualitativo. As etapas da pesquisa foram consecutivamente, revisão bibliográfica e sistemática, definição do público alvo, aplicação de observação, coleta de dados, análise de dados, identificação das expressões faciais, considerações finais e, por fim, propostas de procedimentos. A execução deste estudo envolveu a aplicação de questões preparatórias para o vestibular em 208 alunos que frequentavam duas instituições educacionais, nas disciplinas de matemática, física, química, língua portuguesa, geografia, história e biologia. Os resultados apontaram um padrão, em que houve a prevalência emocional neutra, seguida da emoção felicidade, em todas as disciplinas aplicadas, demonstrando uma resposta positiva quanto à familiarização dos alunos com a preparação para questões de vestibular. No entanto, embora seja pequena a representatividade, alguns alunos apresentaram medo, nojo, desprezo e tristeza ao realizar o teste, promovendo uma interpretação dos dados que chama atenção para uma observação mais próxima quanto a estes alunos no quesito ensino e aprendizagem, para que possam melhorar seu desempenho educacional. Conclui-se que o MAZK, assim como outros sistemas tutores inteligentes, é uma forte ferramenta no auxílio de ensino e aprendizagem. Esses podem ser utilizados com frequência para avaliar a qualidade educacional nas escolas, e, conseqüentemente, estimular a melhoria do sistema de educação em ambientes educacionais.

Palavras-chave: 1. Inteligência Artificial 2. Computação Afetiva 3. Reconhecimento Facial 4. Sistema Tutor Inteligente 5. Emocional

ABSTRACT

Facial expressions show human emotions, demonstrating a reaction, whether positive or negative, to what they are experiencing at the moment. Recognizing these expressions can benefit the teaching and learning system in educational institutions. The use of intelligent systems becomes a powerful tool, and in this sense, helps to capture images of students' faces, distinguishing emotions and evaluating their teaching and learning process. The objective of this study is to compare the learner's facial expressions with the results of activities carried out in the MAZK intelligent tutor system. This study is naturally a basic research, associated with objective exploratory research, technically as a bibliographical research and of a qualitative nature. The research stages were consecutively: bibliographic and systematic review, definition of the target audience, application of observation, data collection, data analysis, identification of facial expressions, final considerations and, finally, procedural proposals. The execution of this study involved the application of preparatory questions for the entrance exam to 208 students who attended two educational institutions, in the subjects of mathematics, physics, chemistry, Portuguese language, geography, history and biology. The results showed a pattern, where there was a neutral emotional prevalence, followed by the emotion happiness, in all subjects applied, demonstrating a positive response regarding students' familiarization with the preparation for entrance exam questions, however, although the percentage is small, some students showed fear, disgust, contempt and sadness when taking the test, promoting an interpretation of the data that draws attention to a closer observation of these students in terms of teaching and learning, so that they can improve their educational performance. It has been concluded that MAZK, as well as other intelligent tutoring systems, are strong tools to assess teaching and learning, and can be used frequently to evaluate educational quality in schools, and consequently stimulate the improvement of the education system in educational environments.

Keywords: Artificial intelligence 1 . Affective Computing 2 . Facial recognition 3. Intelligent Tutor System 4. Emotional 5.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da Pesquisa (Fonte: autora, 2023)	23
Figura 2 – Reconhecimento facial de emoções (Fonte: Gino, 2018)	33
Figura 3 – Exemplos dos dígitos (escritos à mão) (Fonte: Hastie, Tibshirani, Friedman, 2009)	36
Figura 4 – Representação Kernel (Fonte: Singh, Meitei, Majumder, 2020)	38
Figura 5 – Página Principal Tutor Inteligente MAZK (Fonte: Moro, 2019)	38
Figura 6 – Sala de Explanação do Tutor Inteligente MAZK (Fonte: autora, 2023)	39
Figura 7 – Sala de Perguntas do Tutor Inteligente MAZK (Fonte: autora, 2023)	39
Figura 8 – <i>Feedback</i> de Desempenho do Tutor Inteligente MAZK (Fonte: autora, 2023)	40
Figura 9 – Planilha de Desempenho do Tutor Inteligente MAZK (Fonte: autora, 2023)	40
Figura 10 – Esquema do protocolo de revisão sistemática (Fonte: adaptado de Kitchenham, 2004)	43
Figura 11 – Descrição dos passos da proposta (Fonte: autora, 2023)	59
Figura 12 – Aplicação do simulado em Araranguá (Fonte: autora, 2023)	66
Figura 13 – Aplicação do simulado em Turvo (Fonte: autora, 2023)	66
Figura 14 – Estados emocionais analisados (Fonte: autora, 2023)	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios de Qualidade para Avaliação (Fonte: autora, 2023)	45
Quadro 2 – Amostra Final de Artigos selecionados (Fonte: autora, 2023)	46
Quadro 3 – Planejamento de aplicação (Fonte: autora, 2023)	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Desempenho dos Alunos por área da Escola Educação Básica de Araranguá (Fonte: autora, 2023)	69
Gráfico 2 – Desempenho dos Alunos por área da Escola Estadual de Ensino Médio João Colodel (Fonte: autora, 2023)	69
Gráfico 3 – Análise das Expressões Faciais por quantidade de alunos, durante simulados de Língua Portuguesa com o Tutor Inteligente Mazk (Fonte: autora, 2023)	71
Gráfico 4 – Análise do Desempenho dos Aprendizes nos Simulados de Língua Portuguesa em Relação às expressões emocionais (Fonte: autora, 2023)	72
Gráfico 5 – Análise das Expressões Faciais por quantidade de alunos, durante simulados de História, Geografia e Biologia com o Tutor Inteligente Mazk (Fonte: autora, 2023)	73
Gráfico 6 – Análise do Desempenho dos Aprendizes nos Simulados de História, Geografia e Biologia em Relação às expressões emocionais (Fonte: autora, 2023)	74
Gráfico 7 – Análise das Expressões Faciais por quantidade de alunos, durante simulados de Matemática, Química e Física com o Tutor Inteligente Mazk (Fonte: autora, 2023)	75
Gráfico 8 - Análise do Desempenho dos Aprendizes em Simulados de Matemática, Química e Física com o Monitoramento de Estados Emocionais (Fonte: autora, 2023)	76
Gráfico 9- Análise Comparativa de Língua Portuguesa entre o desempenho e o estado emocional dos aprendizes (Ex. Baixo= extremamente baixo; Abaixo M.= Abaixo da Média; Acima M= acima da média) (Fonte: autora, 2023)	79
Gráfico 10 - Análise Comparativa de História, Geografia e Biologia entre o desempenho e o estado emocional dos aprendizes (Ex. Baixo= extremamente baixo; Abaixo M.= Abaixo da Média; Acima M= acima da média) (Fonte: autora, 2023)	80
Gráfico 11 - Análise Comparativa de Matemática, Química e Física entre o desempenho e o estado emocional dos aprendizes (Ex. Baixo= extremamente baixo; Abaixo M.= Abaixo da Média; Acima M= acima da média) (Fonte: autora, 2023)	81



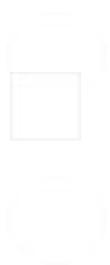
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACM - ACM DL Digital Library
AND - E
BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CBIE - Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação
CEP - Código de Endereço Postal
CNN - Redes Neural Convolutacional
CNNs - Redes Neurais Convolucionais
CoA - Computação afetiva
Ctrl+e - Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação
ECA - Estatuto da Criança e do Adolescente
EEBA - Escola Estadual de Ensino Básico Araranguá
ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio
FER - Automático de Expressão Facial
FR - Reconhecimento Facial
GA - Algoritmo Genético
GPU - Graphics Processing Unit
IA - Inteligência Artificial
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LabTec - Laboratório de Tecnologias Computacionais
LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação
OR - Ou
PC - Computador Pessoal
PPGTIC – Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação
Q1 - Questão 1
Q2 - Questão 2
RSL - Revisão Sistemática de Literatura
SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
SFE - Expressões faciais sintéticas
STI - Sistema Tutor Inteligente
STIs - Sistemas Tutores Inteligentes
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
VTSFER - Vídeo Tutorial com Reconhecimento de Expressão Facial
WIE - Anais do Workshop de Informática na Escola

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA DA PESQUISA	19
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 Objetivo Geral	21
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3 ADERÊNCIA DO OBJETO DE PESQUISA AO PPGTIC	21
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
1.5 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	23
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1 EMOÇÕES	27
2.2 COMPUTAÇÃO AFETIVA	27
2.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)	28
2.3.1 Inteligência Artificial na Educação	30
2.4 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES (STIs)	31
2.5 RECONHECIMENTO DE EXPRESSÃO FACIAL	32
2.5.1 Evolução do Reconhecimento de Expressões Faciais	34
2.6 APRENDIZADO DE MÁQUINA	35
2.6.1 Redes Neurais Convolucionais	37
2.6.2 Convolução	37
2.7 MAZK - TUTOR INTELIGENTE	38
3 REVISÃO SISTEMÁTICA	43
3.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	44
3.2 QUESTÃO DO PROBLEMA	45
3.3 ESTRATÉGIA DE BUSCA	45
3.4 SELEÇÃO DE ESTUDOS	46
3.4.1 Critérios de Inclusão	46
3.4.2 Critérios de Exclusão	46
3.5 AVALIAÇÃO DE QUALIDADE	47
3.6 EXTRAÇÃO DE DADOS	47
4 PROPOSTA DE PESQUISA COMPUTAÇÃO AFETIVA	58
4.1 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DA PROPOSTA	58
4.2 PÚBLICO (AMOSTRA)	60
4.3 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	60
4.3.1 Avaliação Formativa	60
4.3.2 Metodologias de Avaliação	61
4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	62
4.4.1 Planos de Atividades	63
5 APLICAÇÃO	65
5.1 EXECUÇÃO	65
5.2 RESULTADOS E ANÁLISE POR DISCIPLINAS	67
5.2.1 Língua Portuguesa	70
5.2.2 História, Geografia e Biologia	72

	16
5.2.3 Matemática, Química e Física	75
5.3 ANÁLISE COMPARATIVA POR DISCIPLINA	78
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
6.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	84
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE A	97
APÊNDICE B	98
APÊNDICE C	99
APÊNDICE D	100
APÊNDICE E	101



1 INTRODUÇÃO

Após anos de pesquisa científica e avanços nas mais diferentes áreas das ciências, evidencia-se que as emoções estão presentes em todas as culturas distribuídas pelo mundo. Darwin (1965) e Ekman e Davidson (1994) chegaram a um consenso de que tais emoções são expressas pela face humana, caracterizando um grupo de emoções básicas, sendo elas, raiva, alegria, tristeza, desgosto, medo e surpresa. Tais emoções estão presentes nas situações mais cotidianas possíveis, tais como em grupos familiares e em momentos de distração, assim como nas atividades laborais em corporações e instituições de ensino. Especificamente no contexto de ensino, enfatizando a relevância desse tema, é explorada a importância de considerar as emoções de aprendizes, no contexto educacional. Essa seção introdutória serve como ponto de entrada para uma compreensão do contexto que envolve as questões a serem exploradas nos capítulos subsequentes.

O primeiro capítulo deste estudo assume a função de guia para a investigação, destacando a análise comparativa das expressões faciais dos aprendizes durante as atividades de ensino-aprendizagem no Sistema Tutor Inteligente MAZK, como peça central da evidência. Para Cruz (2019), o contexto do reconhecimento das emoções ainda é estimulado no meio de pesquisadores, isso porque disponibiliza explicações em diversos campos científicos, principalmente na interação humano-máquina. Com o incremento da capacidade computacional apresentada nos últimos anos, uma série de aplicações antes restritas, tornaram-se efetivas. Uma destas áreas é a Inteligência Artificial, que propiciou o desenvolvimento de várias aplicações práticas, dentre estas a Computação Afetiva. Desta forma, usar os recursos da Computação Afetiva, aplicados em sistemas inteligentes de aprendizado, é o grande desafio desta nova maneira de pensar o aprendizado. Ainda, segundo Picard (1997), a Computação Afetiva é definida como a área que reúne os estudos da aplicabilidade da afetividade em sistemas não-biológicos, ou seja, o uso das emoções em distintos aspectos nos sistemas computacionais, desde o reconhecimento, representação e simulação até pesquisas que envolvem emoções nas interações homem-máquina.

A computação afetiva é uma área da inteligência artificial que se concentra em capturar, processar e interpretar informações emocionais. Isso inclui tecnologias como reconhecimento de expressões faciais, análise de voz, interpretação de linguagem natural e

outras técnicas que permitem aos computadores entender e responder aos estados emocionais dos usuários (Luz; Piovesan; Irala, 2023).

É através do reconhecimento de expressão facial que a computação afetiva coleta reações emocionais, utilizando a captura, e interpretação de traços faciais padronizados, como forma da boca, da face, distância entre os olhos, entre outros. Sendo que o objetivo é criar sistemas mais humanos e empáticos, que possam se adaptar aos estados de espírito dos usuários e oferecer uma experiência mais satisfatória (Brown *et al.*, 2021).

De acordo com a Teoria Histórico-Cultural proposta por Vygotsky (1997, 2004, 2011), as expressões e reações emocionais são essenciais à concretização da aprendizagem. Na teoria histórico-cultural de Vygotsky, as emoções desempenham um papel fundamental na aprendizagem, pois elas influenciam a forma como os indivíduos interpretam e se relacionam com o mundo ao seu redor, além de sentirem a motivação para a aprendizagem. Vygotsky também acreditava que o desenvolvimento e a aprendizagem estão estreitamente ligados às relações sociais, que incluem as expressões e reações emocionais.

Assim, o estado emocional dos aprendizes é um dos pilares do processo de ensino e aprendizagem, uma evidência que vem sendo reforçada por estudos recentes nas mais diferentes áreas do saber, de neurociência, tecnologia à psicopedagogia (Vygotsky, 2011). O estado emocional é composto pelas emoções sentidas em determinado espaço de tempo. O resultado disso influencia toda a rotina do aprendiz, determinando pensamentos e ações (Vygotsky, 2011).

O processo de aprimoramento e fixação do conhecimento se baseia principalmente na concentração de aspectos emocionais de cada indivíduo sobre aquilo que está sendo introduzido em sua linha de raciocínio (Canal *et al.*, 2018). Os neurocientistas Damásio (2000) e Le Doux (1995) demonstram e apresentam fortes evidências de que os processos cognitivos e afetivos são inseparáveis. Le Doux (1995) propõe que os sentimentos e os pensamentos conscientes são semelhantes e ambos são gerados por processos inconscientes e que a influência da emoção na razão é maior do que a da razão na emoção. Damásio (2000) faz três considerações importantes: (1) A emoção afeta os processos mentais; (2) sistemas cerebrais dedicados à emoção estão intrinsecamente ligados a sistemas direcionados à razão e (3) a mente é inseparável do corpo.

Para Behera *et al.* (2020), a aprendizagem envolve uma quantidade substancial de estados cognitivos, sociais e emocionais. Assim, reconhecer e compreender esses estados no contexto da aprendizagem é fundamental para projetar intervenções informadas e atender às

necessidades de cada aluno para fornecer educação personalizada. Adicionalmente, segundo Castellano *et al.* (2021)., as pessoas comunicam emoções através de vários canais não verbais e as **expressões faciais desempenham um papel importante neste processo comunicativo.**

Kumar (2021) ressalta que o reconhecimento das emoções espontâneas é uma área atraente com um conjunto de aplicações em tempo real, como modelos de tutoria automatizados, ambientes inteligentes de interação entre as máquinas e os humanos. Eles Contribuem, informando os professores durante as atividades, indicando quanto os alunos precisam de auxílio, nas áreas específicas e, com isso, os profissionais podem entender quais materiais didáticos adotar ou como modificá-los para se adaptarem às necessidades dos aprendizes.

Os sistemas utilizam técnicas da inteligência artificial para detectar as emoções de um estudante. Segundo Scardua e Marques (2018), a partir das expressões faciais e da forma como o estudante interage com o conteúdo educacional, é feita a captura das imagens de faces dos mesmos com uma câmera de computador e com a tecnologia de visão computacional. Combinando estas técnicas com a informação contextual sobre a atividade que o aluno está realizando, é possível avaliar o seu nível de compreensão.

Caridakis, Asteriadis e Karpouzis (2011) também ressaltam que a computação afetiva permite o desenvolvimento de sistemas inteligentes, os quais são capazes de realizar tomadas de decisões através das interações, percepções, interpretações e demais recursos cognitivos, que podem ser aplicados em sistemas de tutoria utilizados na educação e robôs humanizados.

Considerada uma área multidisciplinar de pesquisa que objetiva investigar como dotar os computadores de características sociais e emocionais, a Computação Afetiva busca integrar aos sistemas computadorizados a possibilidade de reconhecer emoções, responder apropriadamente a elas, expressar emoções, demonstrar empatia, identificar personalidades, dentre outros (Jacques *et al.*, 2012).

Assim, esta pesquisa propõe investigar os benefícios da leitura de expressões faciais utilizando os recursos da Computação Afetiva, aplicada por meio do Tutor Inteligente MAZK. Este sistema inteligente de aprendizado utiliza conceitos de inteligência artificial para atuar como facilitador na aprendizagem do aluno em uma área específica do conhecimento (Bittencourt, 2018).

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Sabe-se que, historicamente, o Brasil é um país em desenvolvimento nos aspectos educacionais quando comparado a outros países, sendo fundamental que a educação e todas as tecnologias e possibilidades de melhoria sejam prioridade para o governo e empresas na promoção da literacia digital. Além disso, com o crescimento do Ensino à Distância, que já é realidade em diversas modalidades de ensino, reforça-se, ainda mais, a necessidade de obter sistemas inteligentes, que possam de fato contribuir para a aprendizagem dos estudantes.

Nesse sentido, estudos apontam a seriedade do uso de informações de contexto na análise de afeto, a fim de interpretar os estados emocionais de forma mais precisa (Moore, 2017; Vlachos Stergiou et al., 2014).

Os mesmos autores relatam que sistemas sensíveis ao contexto são sistemas inteligentes capazes de se adaptar às necessidades de usuários e/ou ambientes para oferecer recursos personalizados.

Assim, um ambiente de aprendizagem que detecta automaticamente as expressões a partir de imagens e responde às emoções do estudante pode motivá-lo e orientar na modificação de suas atitudes em relação à matemática e aumentar seu desempenho (Arroyo *et al.*, 2009; D'mello *et al.*, 2008).

Dito isto, esta pesquisa busca levantar questões sobre os benefícios do reconhecimento facial integrado ao Sistema Inteligente MAZK, com o intuito de demonstrar como o aspecto afetivo/emocional integrado aos sistemas inteligentes pode contribuir para a aprendizagem dos alunos. Com a comparação entre as atividades realizadas e as expressões faciais dos aprendizes, é possível compreender como o reconhecimento facial pode ser um aliado da inteligência artificial, promovendo ferramentas, sistemas e soluções que contribuam para a aprendizagem, e, conseqüentemente, para melhores níveis de qualidade no processo de ensino-aprendizagem no Brasil.

O MAZK é um sistema inteligente de ensino ou que utiliza inteligência artificial para auxiliar os alunos no aprendizado. Ele fornece feedback personalizado e orientação, ajudando os alunos a compreender conceitos complexos, melhorar e suas habilidades. O tutor inteligente MAZK pode usar algoritmos de aprendizado de máquina, bibliotecas de conhecimento e outras tecnologias avançadas para adaptar suas estratégias de ensino às necessidades individuais dos aprendizes (UFSC, 2023).

Esses sistemas são ambientes inteligentes de aprendizagem que incorporam modelos computacionais, ciências cognitivas, ciências da educação, inteligência artificial, entre outras (Graesser; Conley; Olney, 2012). Desta forma, STIs podem, também, fazer o uso de alguma técnica de Inteligência Artificial (IA) com o objetivo de otimizar o processo de ensino-aprendizagem e personalizar a interação humano-computador (Galafassi *et al.*, 2020).

Para tanto, a Computação Afetiva é uma área da tecnologia em que emoções humanas "ensinam" as máquinas a responder não apenas a comandos primários. Com esse novo grau de aprendizado, passa a ser possível que as máquinas consigam detectar o estado emocional dos usuários e, dessa maneira, oferecer serviços e funcionalidades (Jacques *et al.*, 2012). Estuda-se como os computadores podem reconhecer, modelar e responder às emoções humanas (dentre outros aspectos) e, dessa forma, como podem expressá-las através de uma interface computacional (Jacques *et al.*, 2012).

A motivação para esta pesquisa está em verificar, por meio do reconhecimento facial, a influência que o estado emocional dos alunos que usam o Tutor Inteligente MAZK durante as atividades possui no seu rendimento escolar. Com estes dados, podem ser detectadas dificuldades e sugeridas implementações de atividades no STI citado, para motivar os alunos na hora das tarefas.

Com a explosão tecnológica das últimas décadas e a difusão das tecnologias de informação, têm-se cada vez mais espaço para o emprego de ferramentas digitais de auxílio para a educação, como os Sistemas Tutores Inteligentes (Hwang, 2003). Segundo Andrade (2018), estamos vivendo em uma época de intensas transformações educacionais, sendo que as tecnologias proporcionam a redução de recursos manuais e rotineiros e ampliam a exigência de conhecimentos sistemáticos, colaborativos e criativos.

Diante deste cenário educacional desafiador e frente às dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos estudantes, principalmente na modalidade à distância, percebe-se a importância do uso das tecnologias e recursos de inteligência artificial, para integrar a computação afetiva aos sistemas educacionais, a fim de usar a tecnologia em benefício da aprendizagem na educação. Nessa perspectiva, manifestam-se as seguintes questões de pesquisa:

Q1 - Como o reconhecimento de expressões através de imagens ou vídeos faciais pode contribuir no processo de ensino aprendizagem?

Q2 – Existe alguma correlação entre as expressões faciais externalizadas pelos alunos e seu desempenho no aprendizado?

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos gerais e os específicos para a obtenção do resultado do trabalho são apresentados nesta seção.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar e comparar as expressões faciais do aprendiz com o desempenho das atividades realizadas no STI MAZK.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, foram necessárias algumas etapas que são elencadas a seguir:

- a) elaborar uma revisão da literatura com conceitos, referências e exemplos para justificar e apresentar conhecimentos sobre o objeto de estudo;
- b) identificar as ferramentas de reconhecimento facial no Sistema Tutor Inteligente MAZK;
- c) analisar como os ambientes de aprendizagem podem se adaptar às emoções e personalidade de estudantes e como essa adaptação é realizada;
- d) pesquisar a afetividade no contexto da Inteligência Artificial para aplicar os conhecimentos neste trabalho;
- e) desenvolver o reconhecimento facial em um grupo de alunos selecionados por meio de atividades realizadas, a fim de perceber suas manifestações emocionais;
- f) analisar as atividades de um grupo de alunos realizadas no Sistema Tutor Inteligente MAZK e comparar com as expressões faciais por meio do reconhecimento facial;
- g) apresentar os resultados identificando se o estado emocional afeta o desempenho de tais alunos durante as atividades.

1.3 ADERÊNCIA DO OBJETO DE PESQUISA AO PPGTIC

O Programa de Pós Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação (PPGTIC) é um programa de mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), composto por três diferentes linhas de pesquisa concentradas na área de Tecnologia e Inovação: Gestão e Inovação, Educação e Computação.

A pesquisa é realizada mediante às bases teóricas e metodológicas da Área de Concentração Tecnologia e Inovação, direcionada para a Linha de Pesquisa III: Tecnologia Computacional, do Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC), uma vez que é definida da seguinte maneira:

O objetivo da linha é desenvolver modelos, técnicas e ferramentas computacionais auxiliando na resolução de problemas de natureza interdisciplinar. Especificamente, esta linha de pesquisa procura desenvolver novas tecnologias computacionais para aplicação nas áreas de educação e gestão (PPGTIC, 2016).

A proposta deste trabalho está alinhada com o escopo do PPGTIC, na área Computacional, visto que se trata do estudo da comparação das expressões faciais do aluno com os resultados das atividades realizadas no Sistema Inteligente MAZK. E tem como objetivo apresentar os passos para o desenvolvimento, bem como os resultados de aplicações de simulados preparatórios para o vestibular realizados com estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do município de Araranguá/SC. Desta forma, é visado, além de angariar os dados necessários para esta pesquisa, a contribuir na preparação dos aprendizes para o vestibular de 2023.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A dissertação apresenta uma busca sistemática da literatura com objetivo de analisar os dados obtidos e relatar os resultados. Do ponto de vista da natureza desta pesquisa, concerne a pesquisa básica, que, segundo Zanella (2009), permite ao pesquisador realizar estudo sistemático estimulado por uma curiosidade intelectual, ou seja, uma pesquisa autêntica.

Com relação aos objetivos, foi realizada uma pesquisa exploratória proposta por Gil, (2010), com o intuito de oportunizar uma ligação com o problema, em sua maioria são pesquisas que englobam o levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram uma conexão, ou experiências práticas diretamente ligadas ao problema da pesquisa, e também a análise de exemplares que promovem uma melhor compreensão sobre o problema.

Quando se trata de procedimentos técnicos, ocorreu uma pesquisa bibliográfica, ou seja, uma pesquisa utilizando exemplares como livros, artigos, dissertações, teses, entre outros periódicos que descrevem o assunto com a visão de outros pesquisadores, e a coleta de informações com o objetivo de auxiliar e embasar a pesquisa teórica do presente estudo (Gil, 2010).

Para tanto, como forma de abordagem do problema, pode-se caracterizar como pesquisa qualitativa, o que significa utilizar uma perspectiva interpretativa do mundo, sendo o ambiente natural a origem da coleta de dados, onde o pesquisador é a ferramenta principal do estudo, e os dados coletados são, em sua maioria, descritivos.

Figura 1. Etapas da Pesquisa



Fonte: Autora, 2023.

A pesquisa se distribui em 8 etapas: a primeira é de revisão bibliográfica e sistemática, possibilitando a coleta de fundamentação, conceitos, contexto e dados teóricos que tratam de assuntos ligados diretamente ao tema da pesquisa. A segunda etapa foi a definição do público alvo, ou seja, a determinação dos alunos para a aplicação das atividades e a coleta de dados para esta pesquisa. Seguida pela terceira etapa, que é a aplicação de observação, para melhores resultados do estudo posteriormente à coleta de dados, que é a terceira etapa. Seguindo, foi realizada a análise de dados através da pesquisa qualitativa, compondo a quinta etapa da pesquisa. E, como próximo passo, foi realizada a identificação das expressões faciais dos alunos, em que foi realizada a aplicação das atividades pelo MAZK, e, assim, realizada a construção de considerações finais, e, por fim, foram propostos procedimentos que possam contribuir para o projeto de reconhecimento facial no STI MAZK.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este trabalho está dividido em seis capítulos que se dedicam a abordar de forma sistemática e aprofundada o tema em questão. A seguir, será apresentada uma breve introdução de cada capítulo, delineando seus principais objetivos e conteúdos.

- 1º Capítulo (Introdução ao Tema, Problema a Ser Respondido, Objetivos e Metodologia): no primeiro capítulo, introduz-se o tema central deste trabalho. Apresenta-se a relevância do assunto, destacando a importância de abordar o problema em questão. Descrevem-se os objetivos gerais e específicos do trabalho, bem como a metodologia que será empregada para atingir esses objetivos. Este capítulo servirá como base sólida para a compreensão do contexto e das questões abordadas nos capítulos subsequentes.
- 2º Capítulo (Apresentação e Fundamentação Teórica): no segundo capítulo, é fornecida uma análise detalhada da fundamentação teórica relacionada ao tema em estudo. São exploradas as teorias, conceitos e modelos que são relevantes para a compreensão do problema em questão. Isso incluirá uma revisão da literatura, fornecendo ao leitor um quadro teórico abrangente que sustentará a revisão sistemática e a proposta do trabalho.
- 3º Capítulo (Revisão Sistemática): no terceiro capítulo, será conduzida uma revisão sistemática da literatura relacionada ao tema. São exploradas pesquisas e estudos existentes, identificando lacunas no conhecimento e consolidando as descobertas relevantes. Esta revisão sistemática tem como finalidade um fundamento crítico para o desenvolvimento da proposta no capítulo seguinte.
- 4º Capítulo (Apresentação da Proposta): no quarto capítulo, apresenta-se a proposta central deste trabalho com base nas conclusões da revisão sistemática. Descreve-se em detalhes a solução ou abordagem proposta para o problema identificado. Isso inclui a definição clara desta proposta, seus componentes essenciais e os benefícios esperados.
- 5º Capítulo (Aplicação): no quinto capítulo, é demonstrada a aplicação prática da nossa proposta. São descritos como a solução foi colocada em prática e quais resultados foram obtidos. Apresentando exemplos concretos e, quando possível, dados e evidências que validem a eficácia da abordagem.

- 6º Capítulo (Conclusão): finalmente, o sexto capítulo abrange os principais resultados e conclusões deste trabalho, averiguando se os objetivos propostos foram alcançados e também são discutidas as implicações dos resultados. Além disso, destacam-se contribuições, limitações e possíveis direções para pesquisas futuras. A conclusão consolidará a compreensão do tema e oferecerá uma síntese de todo o trabalho.

Com essa estrutura organizada, este trabalho visa a fornecer uma análise completa e fundamentada do tema em questão, incluindo uma revisão sistemática, apresentando uma proposta concreta e demonstrando sua aplicação prática, culminando em uma conclusão que consolida as descobertas e contribuições desta pesquisa.

Encerrando este primeiro capítulo, estabelecem-se alicerces fundamentais para a investigação do presente estudo. A apresentação do tema, a contextualização do problema, a definição dos objetivos e a descrição da metodologia fornecem um guia claro que direcionará para a seguinte trajetória.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo constitui uma busca por meio das teorias, conceitos e modelos que desempenham um papel fundamental na compreensão aprofundada do problema em análise. No decorrer deste texto, são apresentadas as principais fundamentações teóricas utilizadas para a construção desta pesquisa. Sendo descritos assuntos como emoções, computação afetiva, inteligência artificial, inteligência artificial na aprendizagem, bem como, os sistemas tutores inteligentes, o Mazk, representando o sistema tutor de inteligência utilizado nesta pesquisa. Além disso, é abordado também aspectos sobre o reconhecimento facial e a sua relação com as emoções e a aprendizagem.

2.1 EMOÇÕES

Segundo Almeida (2018), “as emoções apresentam-se como processos centrais no funcionamento humano, ocupando um lugar de relevo como organizadores no desenvolvimento cerebral e em vários domínios do funcionamento social”.

São, então, uma maneira naturalizada do ser humano analisar o ambiente que o cerca e reagir ao mesmo com aspecto adaptativo (Silva, 2021). Para tanto, as emoções podem se apresentar de forma momentânea e intensa, e acontecem por um motivo (Scherer, 2000). Ou seja, não se pode controlar uma emoção, não é possível decidir se você irá expressar ou não a emoção, e, como consequência, elas motivam a sobrevivência e a adaptação (Silva, 2021).

Segundo Ekman (1999), as emoções são estados psicológicos caracterizados por respostas subjetivas, fisiológicas e comportamentais a estímulos internos ou externos, elas desempenham um papel significativo na cognição, tomada de decisões, comunicação interpessoal e acomodação ao ambiente.

Conforme Nasoz *et al.* (2004), as emoções são categorizadas em diversas formas:

- a) sensores que capturam os sinais fisiológicos;
- b) análise das expressões faciais;
- c) análise da variação da voz, com auxílio de microfone;
- d) captura de movimentos corporais, com o auxílio de dispositivos de padrões de entrada, como por exemplo, mouse e teclado;
- e) análise textual da escrita de uma opinião.

As emoções são subdivididas em grupos, nomeados como emoções básicas, ou primárias e secundárias, sendo as primárias: alegria, tristeza, medo, raiva, surpresa e repugnância e secundárias, são o embaraço, ciúme, culpa, orgulho, entre outras (Damásio, 2000). O mesmo autor completa esse pensamento dizendo que as emoções primárias são marcantes, ou seja, de fácil reconhecimento, assim, tornam-se positivas no plano educacional.

Conforme Silva e Silva (2021), as emoções, quando convertidas em algo positivo, quando são consideradas e incentivadas nas salas de aula, trazem muitos benefícios no processo ensino e aprendizagem. Isto porque a emoções rege a cognição, e não é possível saber a aprendizagem sem compreender o conceito de emoção humana. No entanto, Morais *et al.* (2017) apontam que, assim como as emoções podem acelerar os processos cognitivos, elas também são capazes de desacelerar, sendo isso um ponto negativo na aprendizagem. Quando o aprendiz expressa emoções positivas, como curiosidade, orgulho e engajamento, favorece o aprendizado, já quando erra, ou sente bloqueio, podem aparecer emoções negativas como confusão e frustração (Morais *et al.*, 2017).

2.2 COMPUTAÇÃO AFETIVA

O campo da inteligência artificial que explora emoções em computadores é chamado de computação afetiva (CoA). Picard (1997), considerada a precursora do campo, define Computação Afetiva como "computação relacionada à formação, expressão, processamento ou compreensão de estados afetivos".

A pesquisa sobre emoções no campo da Inteligência Artificial aplicada à educação está particularmente interessada no reconhecimento das emoções dos alunos e na demonstração de emoções na interação entre um professor artificial e um aluno (Jaques; Nunes, 2021).

Os mesmos autores relatam que a computação afetiva é utilizada em uma variedade de outras aplicações e não somente na educação, incluindo:

- a) Interação humano-computador: os sistemas de Computação Afetiva são projetados para oferecer uma experiência mais humana e empática, capaz de interagir entre os usuários e os computadores;
- b) Análise de sentimento: as tecnologias de Computação Afetiva são utilizadas para analisar e interpretar as emoções presentes nas redes sociais, mensagens de texto e outros tipos de conteúdo on-line;

- c) Robótica: a Computação Afetiva é utilizada para criar robôs que podem reconhecer e responder aos estados emocionais dos usuários;
- d) Aprendizado automático: a Computação Afetiva é usada para melhorar os sistemas de aprendizado automático, tornando-os mais sensíveis às emoções dos usuários.

Para Luz, Piovesan e Irala (2023), a computação afetiva é vista como uma ferramenta que permite o reconhecimento de características afetivas, nas distintas áreas de aprendizagem virtual, porque viabiliza a melhoria nas estratégias pedagógicas, conseqüentemente, elevando o grau de aprendizagem, relacionando a afeição entre o conteúdo e o aprendiz.

Segundo Batista (2019), “existem diversas formas de extrair informações afetivas: a partir de informações com base na visão, por meio de sinais cerebrais, por meio de medições fisiológicas, entre outros”.

2.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

A Inteligência Artificial (IA) representa uma área da ciência da computação dedicada ao desenvolvimento de sistemas capazes de realizar tarefas que, tradicionalmente, demandam a inteligência humana (Russell; Norvig, 2018). Essa disciplina busca criar algoritmos e modelos que permitam às máquinas aprender, raciocinar, perceber o ambiente e tomar decisões de forma autônoma. Além disso, a IA abrange uma variedade de abordagens, desde métodos simbólicos até técnicas mais recentes baseadas em aprendizado de máquina e redes neurais (Goodfellow *et al.*, 2016).

Nilsson (2014) relata que a raiz da inteligência artificial remonta à década de 1950, com pioneiros como Alan Turing, que propôs a famosa "Máquina de Turing" como um modelo de computação universal.

Desde então, avanços significativos têm ocorrido, impulsionados por diversos paradigmas, como a lógica simbólica, que busca representar conhecimento e inferir conclusões lógicas, e o aprendizado de máquina, que permite que os sistemas aprendam padrões a partir de dados (Nilsson, 2014).

Segundo Chollet (2018), no núcleo da IA moderna estão as redes neurais, inspiradas na estrutura do cérebro humano. O mesmo autor diz que estas redes, combinadas

com algoritmos de aprendizado profundo, têm impulsionado avanços extraordinários em tarefas como reconhecimento de imagem, processamento de linguagem natural e jogos estratégicos.

A IA está presente em diversas aplicações práticas, desde assistentes virtuais em dispositivos móveis até sistemas complexos de diagnóstico médico (Chollet, 2018). Sendo um campo multidisciplinar em constante evolução, impulsionado por uma combinação de teorias antigas e tecnologias emergentes, seu impacto na sociedade é profundo e está em constante expansão (Marcus; Davis, 2019).

A Inteligência Artificial (IA) é uma disciplina da ciência da computação que busca desenvolver sistemas capazes de realizar tarefas que, quando executadas por seres humanos, demandam inteligência.

Como observado por Russel e Norvig (2018), "a IA é o estudo de agentes que recebem percepções do ambiente e executam ações para maximizar a probabilidade de atingir seus objetivos". Esses agentes podem incluir desde simples chatbots até redes neurais profundas complexas, que aprendem a partir de grandes volumes de dados.

A Inteligência Artificial tem contribuído para a evolução tecnológica de muitas áreas. Na área de saúde, auxiliando em diagnósticos médicos, identificação de padrões em imagens médicas e na pesquisa de novos tratamentos. De acordo com Topol (2019), "a IA pode proporcionar um diagnóstico mais preciso e rápido, além de reduzir erros médicos".

No setor financeiro, a IA é usada para detecção de fraudes, previsão de tendências do mercado e otimização de investimentos. Como enfatizado por Müller *et al.* (2020), "a IA tem a capacidade de analisar enormes volumes de dados em tempo real, permitindo tomadas de decisão mais informadas". A IA é a espinha dorsal de sistemas de transporte autônomos e de assistência ao motorista. Segundo Anderson *et al.* (2016), "a IA promete tornar o transporte mais seguro, eficiente e sustentável".

Chatbots e assistentes virtuais têm aprimorado a experiência do cliente em setores como varejo e entretenimento. Como ressaltado por Varol *et al.* (2017), "a IA está redefinindo a interação homem-máquina e criando novas formas de envolvimento do usuário". Na educação, a inteligência artificial (IA) desempenha um papel significativo, oferecendo uma série de benefícios e oportunidades para estudantes, professores e instituições de ensino.

2.3.1 Inteligência Artificial na Educação

Segundo Camada e Durães (2020), “a IA pode ser compreendida como uma área de estudo e aplicação computacional do raciocínio lógico para a resolução de problemas e/ou predição em meio a incerteza”. Baker, Smith e Anissa (2019) definem a IA como “computadores que executam tarefas cognitivas, geralmente associadas a mentes humanas, particularmente aprendizagem e resolução de problemas”.

A inteligência artificial na educação pode ser usada de diversas maneiras para melhorar a aprendizagem dos alunos (Camada; Durães, 2020). Algumas dessas aplicações incluem:

- a) personalização da aprendizagem: Algoritmos de IA podem ajudar a personalizar o plano de estudos de cada aluno, levando em conta seus pontos fortes e desaparecem;
- b) feedback em tempo real: Sistemas de inteligência artificial podem fornecer feedback instantâneo aos alunos, ajudando-os a identificar suas fraquezas e melhorar sua performance;
- c) análise de dados: A IA pode ajudar a analisar dados sobre o desempenho dos alunos e identificar tendências, o que pode ser útil para os professores para aprimorar sua abordagem de ensino;
- d) aprendizagem adaptativa: Sistemas de inteligência artificial podem ser usados para criar aulas adaptativas, que mudam de acordo com a habilidade e progresso do aluno.

Conforme Baker, Smith e Anissa (2019), no domínio educacional, a IA é uma rede multi e interdisciplinar, devido a fazer uso de sistemas inteligentes, que pretendem elevar o grau de ensino e aprendizagem

Para Boulay (2023), a IA contemporânea apresenta três pilares principais, o primeiro está focado no estudante, na melhoria do aprendizado do mesmo, no aumento do seu conhecimento por meio de sistemas, já o segundo pilar aponta o auxílio ao docente no processo de ensino aprendizagem, ou seja, a assistência aos professores, e o terceiro pilar, em que a IA se apresenta como uma ferramenta muito útil aos gestores da educação.

No entanto, acredita-se que, assim como uma vantagem a IA também apresenta, de certa maneira, uma incerteza aos trabalhos humanos, ocasionando num futuro breve, possivelmente, a substituição do professor pelo trabalho de máquinas.

Por outro lado, aspectos incluídos na Base Nacional Comum Curricular indicam que é importante a compreensão do pensamento computacional e dos fundamentos da IA, pelos estudantes, tendo como objetivo uma educação integral do ser humano, promovendo a superação da fragmentação dos processos educacionais (CAMADA; DURÃES, 2020).

2.4 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES (STIs)

Um tutor inteligente é um sistema de ensino ou software que utiliza inteligência artificial para ajudar os alunos a aprender (Moro, 2019). Ele fornece feedback personalizado e orientação, ajudando os alunos a compreender conceitos complexos e melhorar suas habilidades (Silva, 2019). O tutor inteligente pode usar algoritmos de aprendizado de máquina, bibliotecas de conhecimento e outras tecnologias avançadas para adaptar suas estratégias de ensino às necessidades individuais de cada aluno (Galafassi et al., 2020).

Para Jacques et al. (2021), os tutores inteligentes são amplamente utilizados na educação para melhorar a aprendizagem dos alunos e a eficácia do ensino. Aqui estão algumas maneiras como eles são usados:

- a) personalização do ensino: O tutor inteligente pode identificar as habilidades e pontos flexíveis de cada aluno e adaptado o conteúdo e o ritmo de ensino para atender às suas necessidades individuais;
- b) feedback imediato: O tutor inteligente pode fornecer feedback instantâneo sobre as respostas dos alunos, ajudando-os a corrigir erros e consolidar seu conhecimento;
- c) prática e autoavaliação: O tutor inteligente pode oferecer atividades interativas e questões de prática para ajudar os alunos a consolidar seus conhecimentos e avaliar seu próprio progresso;
- d) acessibilidade: Os tutores inteligentes podem ser acessados 24 horas por dia, 7 dias por semana, oferecendo aos alunos a flexibilidade de aprender no seu próprio ritmo e horário;
- e) dados e análise: O tutor inteligente pode coletar dados sobre o desempenho dos alunos e oferecer insights valiosos para os professores, permitindo-lhes melhorar a eficácia do ensino;

Em resumo, os tutores inteligentes são uma ferramenta poderosa para melhorar a aprendizagem dos alunos e a eficácia do ensino, personalização, feedback imediato, prática, acessibilidade e análise de dados.

Conforme Morais *et al.* (2017), um sistema tutor inteligente que seja eficaz na aprendizagem tem pré-requisitos, como ser capaz de detectar emoções do aluno e ter adaptação às estratégias educacionais por meio das emoções detectadas.

Luz, Piovesan e Irala (2023) dizem que é essencial a adaptação do sistema tutor às necessidades dos aprendizes para que haja intervenção positiva no ensino aprendizagem.

2.5 RECONHECIMENTO DE EXPRESSÃO FACIAL

O reconhecimento de expressão facial é uma tecnologia inovadora que emprega algoritmos para identificar indivíduos com base em características únicas de seus rostos. Essas características podem incluir pontos de referência como distância entre os olhos, contornos faciais, proporções e características específicas, que são extraídas a partir de uma imagem facial capturada por uma câmera (Lv; Su; Wang, 2021).

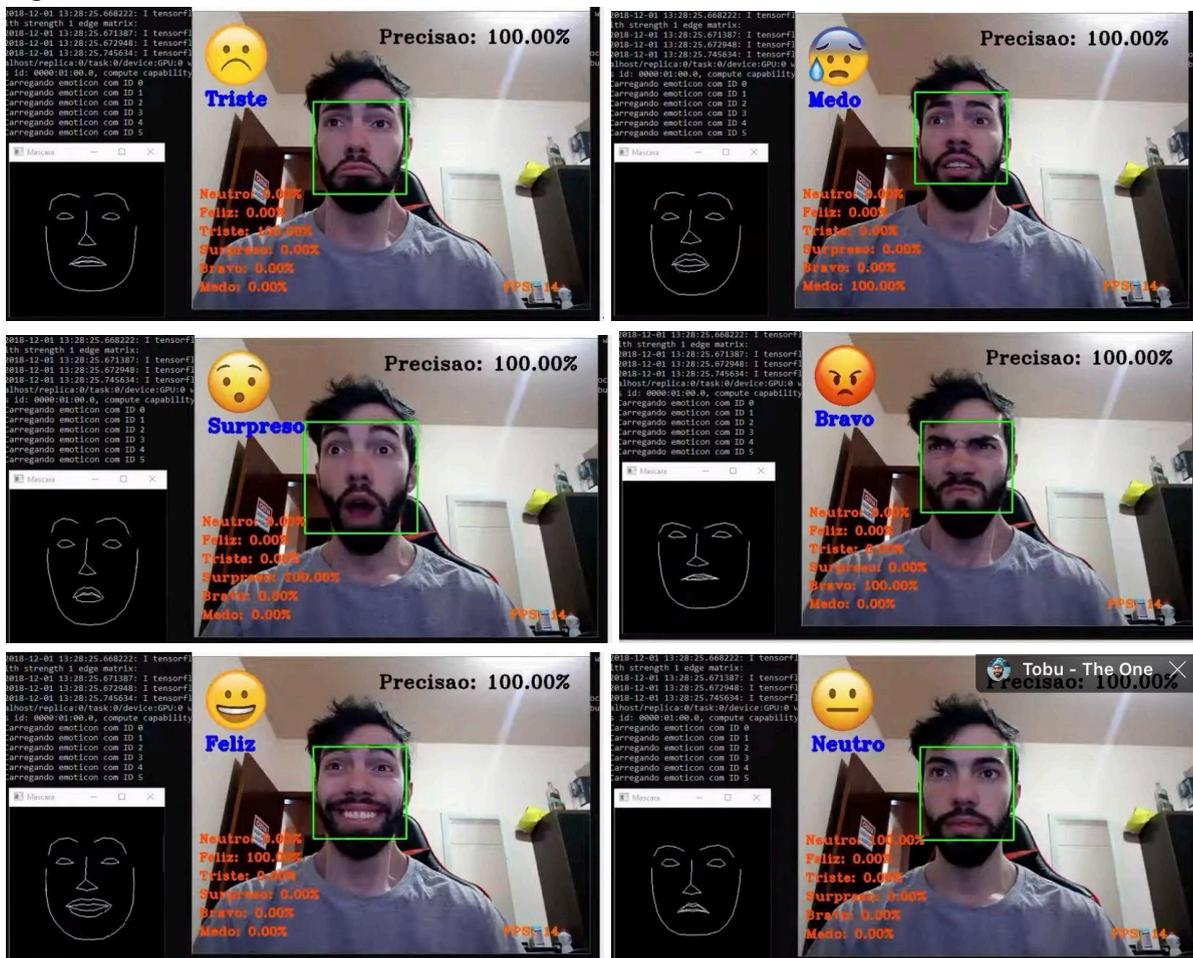
Uma vez que essas características são capturadas e analisadas, um sistema de reconhecimento facial compara essas informações com um banco de dados de rostos conhecidos, a fim de determinar a identidade da pessoa em questão (Klare *et al.*, 2012).

O reconhecimento de expressão facial é uma tecnologia versátil que possui uma ampla gama de aplicações. Ela é utilizada para desbloqueio de smartphones, controle de acesso a edifícios, monitoramento de segurança em aeroportos e locais públicos, identificação criminal, e, até mesmo, na análise de emoções e expressões faciais (Souza 2022). Emerge como uma ferramenta de grande potencial na esfera educacional. Além de suas aplicações tradicionais em segurança e controle de acesso, o reconhecimento facial assume uma nova relevância no contexto da educação, oferecendo oportunidades para melhorar a eficiência do ensino e otimizar a experiência de aprendizado dos alunos (Souza, 2022).

Para Desjarlais (2022), uma das promessas mais instigantes do reconhecimento facial na educação é sua capacidade de personalizar a experiência de aprendizado. O mesmo autor descreve que os sistemas podem adaptar o conteúdo educacional e o ritmo de ensino com base no progresso e desempenho individual de cada aluno. Essa personalização permite que os educadores atendam às necessidades específicas de cada aluno, tornando o aprendizado

mais eficaz e envolvente. Esse reconhecimento realiza a captura de imagens que expressam emoções, como medo, raiva, desprezo, felicidade, nojo, e neutro, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Reconhecimento facial de emoções



Fonte: Gino, 2018.

Para tanto, segundo Buolamwini (2020), no contexto de avaliações e exames, o reconhecimento facial pode ser empregado para garantir a integridade do processo. Ele ajuda a evitar trocas de identidade entre alunos e a prevenir o uso de substitutos na realização de avaliações, fortalecendo a confiabilidade dos resultados e promovendo a equidade no processo educacional.

Além do registro de presença, a tecnologia de reconhecimento facial pode desempenhar um papel fundamental no acesso a recursos digitais (Aitken *et al.*, 2020). Os alunos podem utilizar seus rostos como "chaves" para acessar bibliotecas virtuais, laboratórios online e outros recursos educacionais. Isso garante que apenas os alunos autorizados tenham

acesso a esses recursos, promovendo um ambiente de aprendizado mais seguro e personalizado.

Segundo Aitken *et al.* (2020), uma das aplicações mais promissoras do reconhecimento facial na educação é a capacidade de rastrear a presença dos alunos de maneira eficiente e segura. Os mesmos autores completam esse pensamento, relatando que as instituições de ensino superior podem se beneficiar do uso dessa tecnologia para registrar a frequência dos alunos nas aulas. Isso, por sua vez, proporciona aos educadores uma ferramenta valiosa para monitorar o progresso dos alunos e identificar aqueles que possam necessitar de suporte adicional em seu percurso educacional.

2.5.1 Evolução do Reconhecimento de Expressões Faciais

Os primeiros estudos sobre o reconhecimento facial datam das décadas de 1960 e 1970, com enfoque em técnicas rudimentares de detecção de bordas e características faciais. A tecnologia era limitada e imprecisa (Johnson, 2018).

Já nos anos 2000, aconteceu a adoção de algoritmos de aprendizado de máquina, sendo que a precisão do reconhecimento facial melhorou consideravelmente, possibilitando aplicações em segurança e outras áreas (Brown *et al.*, 2021).

A década de 2010, então, testemunhou um aumento significativo na popularidade do reconhecimento facial em sistemas de controle de acesso, segurança e vigilância (Johnson, 2018). Além disso, houve uma crescente preocupação com a privacidade e a ética do uso da tecnologia.

Conforme Brown *et al.* (2021), nos anos de 2020, a evolução do reconhecimento facial continuou com ênfase crescente na precisão, na melhoria dos algoritmos e em aplicações específicas. Também houve avanços em tecnologias de *deep learnig* e redes neurais.

Na educação, como destacado por Martinez (2020), “o reconhecimento facial é uma ferramenta valiosa para a identificação de alunos, o registro de presença e o controle de acesso a áreas restritas”.

Esse reconhecimento pode ser aplicado para monitorar a frequência dos alunos, agilizar processo de registro, melhorar a segurança nas instituições educacionais, e com muito destaque na personalização do ensino, evidenciado por Brown *et al.* (2021), que afirma: “a

análise de expressões faciais dos alunos pode ajudar os educadores a entender seu nível de engajamento e ajustar o ensino de acordo”.

Dito isso, a tecnologia do reconhecimento facial pode ser utilizada para personalizar o processo de ensino, adaptando o conteúdo com base no progresso individual dos alunos.

Existem inúmeros segmentos onde o reconhecimento facial é significativo (D’mello *et al.*, 2014; May, 2018; Zhang; Lunderberg; Eberhardt, 2011), como:

- a) controle de acesso e segurança: nas instituições educacionais, o reconhecimento facial é utilizado para garantir a segurança dos *campi*, controlando a entrada de pessoas autorizadas e identificando possíveis invasores;
- b) presença automática: em salas de aula, porque pode rastrear a presença dos alunos de forma automática, simplificando o registro de frequência;
- c) personalização e acessibilidade: em ambientes de ensino online, essa tecnologia pode personalizar o conteúdo de aprendizado com base nas expressões faciais dos alunos, adaptando-se às suas necessidades;
- d) segurança em exames: para prevenir fraudes em exames, pois é empregado para confirmar a identidade dos alunos durante avaliações online;
- e) apoio à educação especial: isto porque auxilia na detecção de expressões faciais e emoções de alunos com deficiência, proporcionando atendimento personalizado;
- f) análise de comportamento e engajamento: os professores podem utilizar o reconhecimento facial para avaliar o engajamento dos alunos durante as aulas, adaptando suas estratégias de ensino necessárias.

2.6 APRENDIZADO DE MÁQUINA

Estudando sobre a máquina, será possível desenvolver parâmetros que apresentem aquilo que realmente for de maior interesse nas informações (Murphy, 2012). Para Canal (2020), um tipo de padrão surge quando um conjunto de dados se torna significativo pelo grande número de informações que armazena de forma digital. Recurso este utilizado por diferentes áreas.

Existem dois tipos de aprendizados mais conhecidos: o supervisionado e o não supervisionado, sendo que no primeiro existe uma variável de saída guiando todo processo de aprendizado (Vargas Junior, 2020).

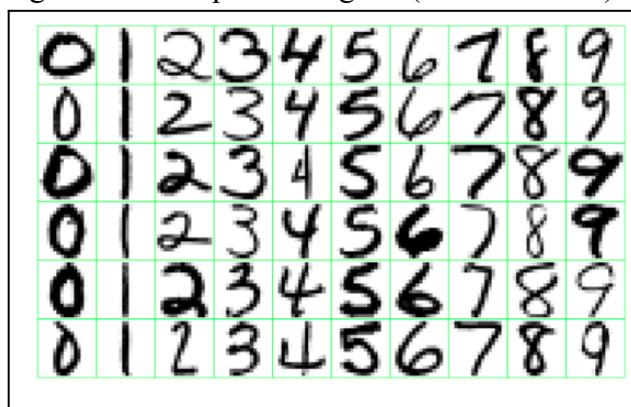
O que isso significa? Durante a etapa de treinamento junto com a entrada, a máquina recebe uma estimativa de saída, que recebe o nome de rótulo, e o tipo não supervisionado não recebe rótulo e seu objetivo maior é descrever os padrões e as associações do conjunto de dados (Vargas Junior, 2020).

Neste projeto será aplicado o tipo supervisionado, como objeto de estudo o *dataset* (composto por pares de imagem e rótulo). O algoritmo supervisionado tem como real, verdadeiro o rótulo que consigo traz um dado de entrada e na sequência o tamanho e a qualidade do conjunto de dados (Mohri; Rostamizadeh; Talwalkar, 2018).

Ainda, conforme Canal (2020), quanto ao método de classificação, refere-se à função que, no momento que recebe uma entrada, realiza uma saída específica. Neste tipo de aprendizado, a máquina, quando recebe esse conjunto de dados, tem uma saída quantificada para cada amostra e pode se alterar pela representação, produzindo uma saída para todos ou ao menos para sua maioria de entradas.

Hastie, Tibshirani e Friedman (2009) exemplificam esse método através do reconhecimento dos dígitos escritos à mão. O CEP postal dos Estados Unidos: um conjunto de dados ou números escritos a mãos. A imagem de cada número pertence ao código com cinco caracteres e a amostra é dimensionada em 16 x 16 pixels em valores preto e branco que podem variar entre 0 a 255.

Figura 3 - Exemplo dos dígitos (escritos à mão)



Fonte: Hastie, Tibshirani, Friedman, 2009.

Obtendo resultados favoráveis nesta classificação das imagens, esses algoritmos passam a pertencer a uma ordem dos envelopes automatizados (Hastie; Tibshirani; Friedman, 2009).

2.6.1 Redes Neurais Convolucionais

Essas Redes (CNNs) têm alcançado resultados transformadores em diversas áreas que estão diretamente relacionadas ao reconhecimento de padrões, quando comparadas aos padrões conhecidos nas últimas décadas (Albawi; Mohammed; Al-zawi, 2017).

Dois aspectos merecem destaque nesta revolução: o número de parâmetros de uma Rede Neural Artificial (RNA), bem mais reduzido, e também a capacidade de capturar características abstratas conforme a entrada vai avançando e progredindo pela rede (Albawi; Mohammed; Al-zawi, 2017).

As redes neurais são configurações de RNA que são utilizadas no processamento de dados com padrões matriciais (duas dimensões) com três camadas: convolução, pooling e densa (Yamashita *et al.*, 2018).

2.6.2 Convolução

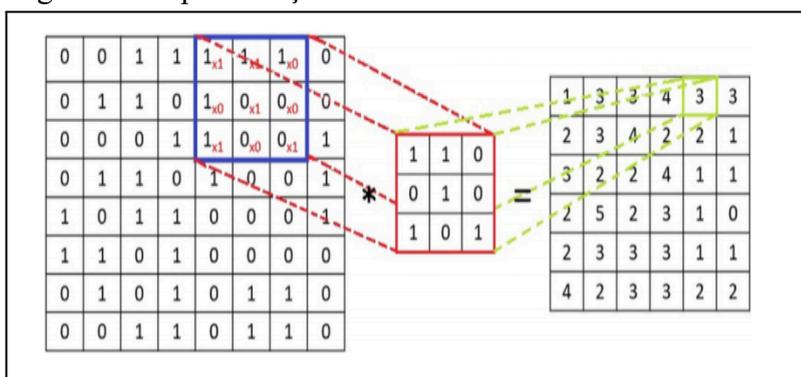
Diz respeito a um tipo de operação linear específica que é usada para extrair característica, uma matriz pequena e conhecida aqui como: kernel (k). Que se aplica ao longo da entrada (Yamashita *et al.*, 2018).. Representada pela equação:

$$(K * I)(x, y) = \sum_{l=-\frac{m}{2}}^{\frac{m}{2}} \sum_{j=-\frac{n}{2}}^{\frac{n}{2}} K(l, j)I(x + l, y + j) \quad (1)$$

- m e n : São linhas;
- K : São as colunas;
- x e Y : As coordenadas do ponto que está sendo analisado (I)

O Kernel assume uma dimensão 3x3 ou 5x5 (Wang; Li; Qiao, 2016), e se aplica em toda a extensão da imagem, passando pelos *pixels* realizando a produção do mapa de ativação (Singh; Meitei; Majumder, 2020).

Figura 4 - Representação Kernel



Fonte: Singh, Meitei, Majumder, 2020.

2.7 MAZK - TUTOR INTELIGENTE

O Tutor Inteligente MAZK é considerado uma ferramenta pedagógica que tanto permite ao aluno quanto ao professor conectar-se às tecnologias de IA na educação, trazendo benefícios ao processo ensino-aprendizagem (Moro, 2019).

Esta ferramenta, que opera com recursos da Inteligência Artificial, foi criada com o objetivo de apoiar e inovar no processo de ensino-aprendizagem e motivar os alunos a exercerem seus conhecimentos por meio de materiais desenvolvidos pelos docentes (Moro, 2019).

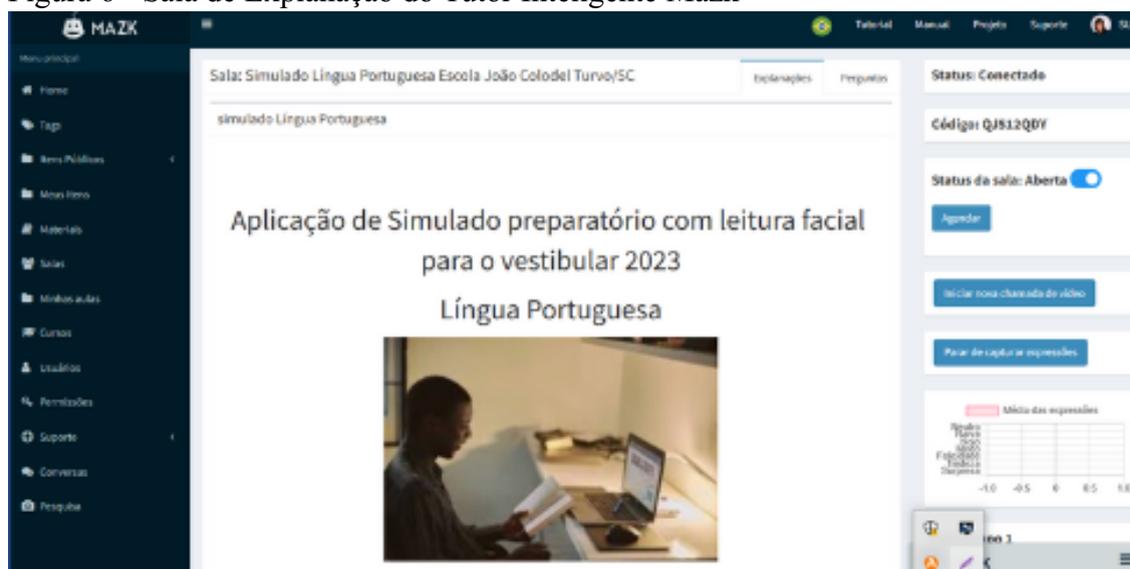
O STI MAZK foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores do Laboratório de Tecnologias Pedagógicas - LabTeC (labtec.ufsc.br) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC, 2023).

Figura 5 - Página principal Tutor Inteligente MAZK



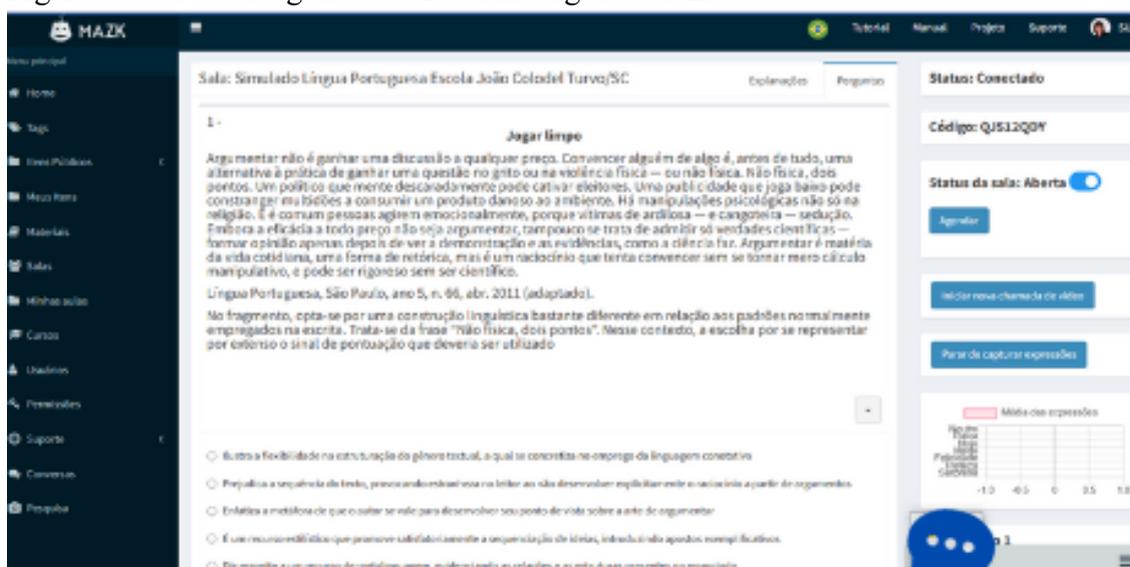
Fonte: Moro, 2019.

Figura 6 - Sala de Explanação do Tutor Inteligente Mazk



Fonte: autora, 2023.

Figura 7 - Sala de Perguntas do Tutor Inteligente Mazk



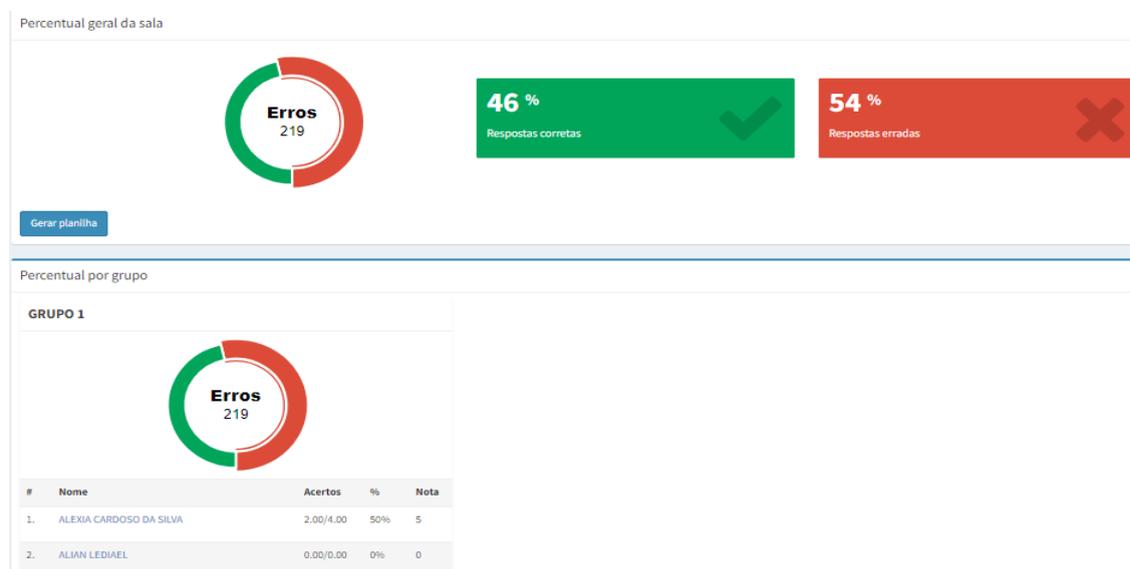
Fonte: autora, 2023.

As lições criadas dentro desta plataforma se tornam mais dinâmicas graças à oportunidade de incluir conteúdos maleáveis (Bittencourt, 2018; Canal *et al.*, 2018). O ambiente foi concebido para simplificar a utilização para diversos níveis de aprendizes, desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior (atualmente também aplicado no Ensino Infantil), apresentando uma interface simples e intuitiva para ser prontamente utilizada pelo público diversificado (Canal *et al.*, 2018).

No STI MAZK, os professores podem adicionar materiais e os alunos podem aprender sobre um determinado tema por meio de perguntas, jogos, explicações, exercícios e

avaliações (UFSC, 2023). É importante notar que a plataforma foi construída como um ambiente na web, acessível através do endereço MAZK (ufsc.br) (Moro, 2019).

Figura 8 - Feedback de desempenho do Tutor Inteligente Mazk



Fonte: autora, 2023.

Figura 9 - Planilha de Desempenho do Tutor Inteligente Mazk

NOME DO ALUNO	ACERTOS (QUESTÕES)	RESPOSTAS (QUESTÕES)	APROXIMAMENTO (QUESTÕES)	ACERTOS (DISCIPLINAS)	RESPOSTAS
ADRYAN HO NATZ	2	2	2 66,67%	0	0
ASHATA BOSILO ARCANO	1	2	2 33,33%	0	0
ALEXIA DA SILVA MARCHO	0	2	2 0,00%	0	0
AMANDA DAL PONT	1	2	2 33,33%	0	0
AMANDA DANIELINI DAMIANI	2	2	2 66,67%	0	0
ANA CAROLINA ENGSTEN	2	2	2 66,67%	0	0
ANDRÉ SILVANO CARDOSO	1	2	2 33,33%	0	0
BRENDA LARA MACHADO MANSI DEFFI	1	2	2 33,33%	0	0
CAROL AUGUSTO SILVA DE OLIVEIRA	1	2	2 33,33%	0	0
CAROLINE ARIEMO SILVA	0	2	2 0,00%	0	0
CAROLINE TONETTO	0	2	2 0,00%	0	0
CHARLES INACIO	2	2	2 66,67%	0	0
CHRISTIAN CARVALHO DE MELO	0	2	2 0,00%	0	0
DAVID STEFANI DE SOUSA	2	2	2 100,00%	0	0
FELIPE FLORENCIO DE OLIVEIRA	1	2	2 50,00%	0	0
FELIPE CORRÊA WERSON	2	2	2 100,00%	0	0
FILIANE	1	2	2 33,33%	0	0

Fonte: autora, 2023.

Através da organização de explicações, exemplos e exercícios, é possível criar um material que pode ser usado para formar uma sala de aula virtual. O sistema gera um código de autenticação para cada sala criada, permitindo que o professor disponibilize esse código

para quem desejar. Os materiais marcados como "públicos" pelo tutor podem ser acessados e respondidos por qualquer aluno devidamente registrado no sistema (Valeriano, 2019).

O Tutor Inteligente Mazk permite a realização de cursos por área, permitindo o gerenciamento do nível de acesso do administrador, professor e aluno. Dessa forma, o aluno pode acessar o conteúdo, responder a questionários, visualizar seu desempenho com base em estatísticas ou até mesmo comparar-se com outros usuários (Moro, 2019).

O nível de conhecimento do aluno é ajustado computacionalmente com base no número de respostas corretas e incorretas individualmente, fornecendo sugestões de conteúdo com base em seu desempenho (Moro, 2019). O STI ainda apresenta um sistema de classificação de acordo com os dados de desempenho de cada aluno, a fim de promover uma competição saudável entre os alunos para estimular a aprendizagem (Valeriano, 2019).

O Mazk também utiliza Inteligência artificial para capturar os estados emocionais dos aprendizes. Este módulo compartilha informações com os agentes. Esses agentes, ao se comunicarem com os módulos aluno e pedagógico, registram informações relevantes relacionadas às emoções de cada aluno e às abordagens pedagógicas apropriadas para diferentes situações (Valeriano, 2019).

Com base em dados dinâmicos sobre o estado emocional do aluno, o módulo pedagógico é encarregado de determinar a melhor abordagem para a intervenção pedagógica. Por sua vez, o módulo aluno recebe informações em tempo real sobre o estado afetivo do aluno e as armazena, permitindo a sincronização com outros dados, tanto estáticos (como nome, idade e nível) quanto dinâmicos (como desempenho e estado cognitivo), que moldam o perfil de cada aluno (Moro, 2019). Isso possibilita a detecção de padrões individuais, como a frequência com que um aluno costuma se sentir cansado ou animado, quais tipos de materiais o motivam ou o frustram, e em que tipo de atividade o estudante estava envolvido quando perdeu o interesse. Portanto, torna-se viável trabalhar para prevenir esses estados emocionais negativos posteriormente (Canal *et al.*, 2018).

A pesquisa continua a explorar o tema devido à ampla adoção da ferramenta (Silva, 2019) e a autora ressalta os principais benefícios para os professores, incluindo a facilidade de acompanhar o progresso dos alunos e a capacidade de reutilizar o conteúdo em diferentes salas de aula, conforme necessário. Inúmeras evidências sugerem que o Tutor Inteligente Mazk desempenha um papel valioso no campo da educação.

Ao encerrar este capítulo, torna-se evidente a complexidade e o valor do cenário teórico que envolve esta investigação. A sólida base teórica estabelecida será crucial para as

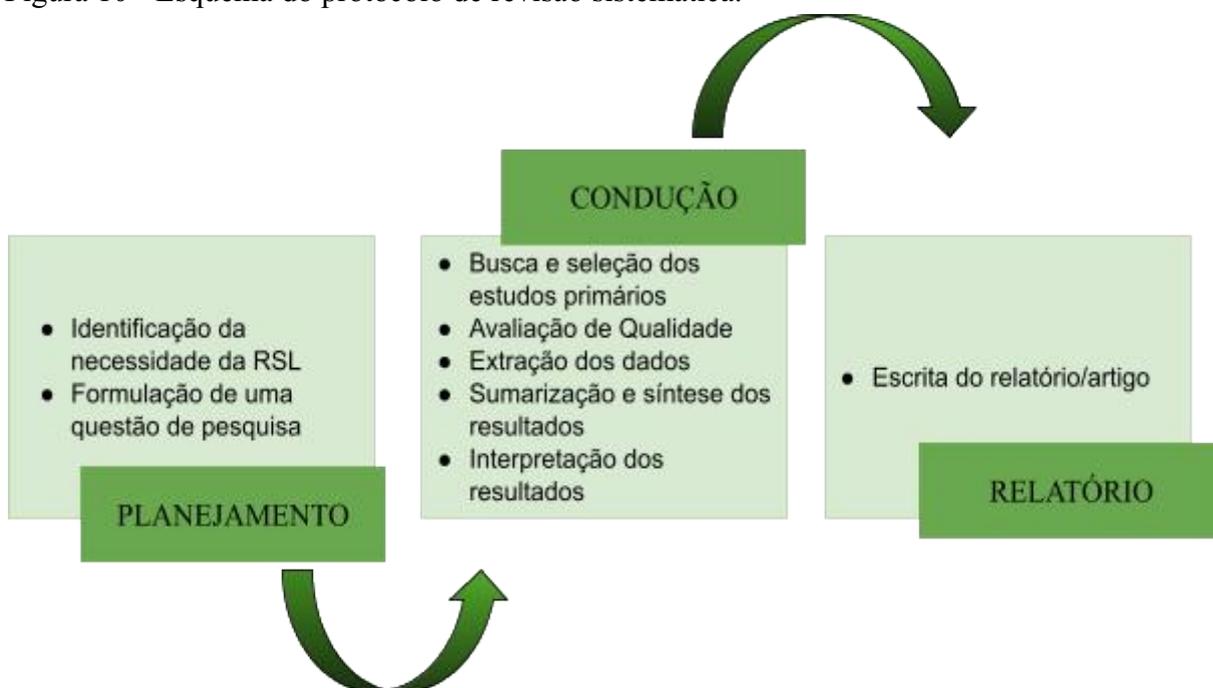
etapas futuras da pesquisa, lançando luz sobre as trilhas que explora durante a revisão sistemática e na formulação da proposta apresentada.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, apresenta-se uma revisão sistemática que analisa um conjunto de dados provenientes de diferentes estudos sobre a Computação Afetiva com o objetivo de responder às questões específicas definidas previamente. Ao adotar uma abordagem sistemática, procura-se identificar lacunas existentes de literatura, explorar tendências emergentes e consolidar as descobertas relevantes que contribuirão para o avanço do entendimento no campo específico em foco.

A revisão sistemática deste estudo tem como base o protocolo de revisão de Kitchenham (2004). Protocolo este, composto por três etapas: (i) o planejamento, que envolve a identificação da necessidade da RSL, e a formulação da pesquisa; (ii) a condução da revisão, que consiste na seleção de estudos primários, posteriormente avaliar a qualidade destes estudos, extrair dados, síntese dos dados; e (iii) nomeada relatório, onde envolve o relato da avaliação, e escrever o relatório dos artigos.

Figura 10 - Esquema do protocolo de revisão sistemática.



Fonte: adaptado de Kitchenham, 2004.

Segundo Kitchenham (2004), “a maioria das pesquisas começa com algum tipo de revisão da literatura, no entanto, a menos que uma literatura a revisão seja completa e justa, tem pouco valor científico e esta é a principal razão para realizar revisões sistemáticas”.

3.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

As emoções desempenham um papel importante em como os aprendizes se comportam, as emoções que sentem todos os dias podem motivá-los a agir e influenciar nas suas atividades estudantis. Santos (2000) propõe a inclusão do paradigma emocional no processo educacional. As transformações proporcionadas pelas tecnologias educacionais e o uso massivo da internet impuseram novos desafios à atuação do fazer educacional.

A escola passou a ter um papel de facilitador e habilitador desse novo modelo de aprender, através do digital. Com este avanço abriu espaço para o uso de ferramentas digitais como os Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) (Hwang, 2003).

Esses sistemas são ambientes inteligentes de aprendizagem que incorporam modelos computacionais de áreas como as como ciências cognitivas, ciências da educação, inteligência artificial, entre outras (Graesser; Conley; Olney, 2012).

Desta forma, STIs podem também fazer o uso de alguma técnica de Inteligência Artificial (IA) com o objetivo de otimizar o processo de ensino-aprendizagem, e personalizar a interação humano-computador (Galafassi *et al.*, 2020).

Dentro destes avanços vêm se fortalecendo a computação afetiva, que é uma área da tecnologia em que emoções humanas "ensinam" as máquinas a responder não apenas a comandos primários (Jacques *et al.*, 2012). Este campo tecnológico junta técnicas adaptadas da Inteligência Artificial (IA) e da Engenharia de Software, agregadas e coordenadas conjuntamente ao estudo, modelagem e simulação da experiência afetiva humana, como atributo dos processos cognitivos, aplicados nos mais variados domínios (Batista, 2019).

Tem-se a definição de computação afetiva como “computação que está relacionada com, que surge de ou deliberadamente influencia emoções” (BEZERRA *et al.*, 2011).

Com esse novo grau de aprendizado, passa a ser possível que as máquinas consigam detectar através do estado emocional dos aprendizes seus comportamentos não verbais e, dessa maneira, oferecer serviços e funcionalidades.

Estuda-se como os computadores podem reconhecer, modelar e responder às emoções humanas (dentre outros aspectos) e, dessa forma, como podem expressá-las através de uma interface computacional (Jacques *et al.*, 2012).

A proposta de uso destes recursos, apesar de ampliar possibilidades metodológicas, coloca em discussão a relevância deles no processo de ensino, porque detecta emoções de aprendizagem de frustração, confusão, tédio e envolvimento do aluno por meio de mineração de dados baseada em etapas a partir de logs de um Sistema Tutor Inteligente (STI) no e aprendizagem.

Sendo assim, surge a necessidade de se fazer uma pesquisa acerca dos estudos que tratam a respeito da utilização da computação afetiva no processo de ensino e aprendizagem, para que se possa verificar o quanto ela realmente colabora nesse processo.

3.2 QUESTÕES DA PESQUISA

A pesquisa visa a identificar e sintetizar os resultados da revisão sistemática acerca da utilização do reconhecimento facial no processo de ensino e aprendizagem, e fornecer um alicerce para novos pesquisadores sobre o assunto.

Para isso, foram formuladas as questões de pesquisa abaixo:

Q1 -Como o reconhecimento facial pode contribuir no ensino aprendizagem?

Q2 –Existe alguma correlação entre o reconhecimento facial e o aprendizado?

A pesquisa desenvolvida, em sua natureza, é caracterizada como uma revisão sistemática dos estudos que discutem a referida temática, e serviu para nortear o desenvolvimento da dissertação, indicando as produções já realizadas na área e sugerindo os caminhos a seguir na produção.

3.3 ESTRATÉGIA DE BUSCA

As bases de dados consultadas para a revisão sistemática da literatura foram: Portal de Periódicos da Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Google acadêmico, Scopus, Journals, ACM, IEE, os Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), do Congresso Internacional de Tecnologia da Educação e as Revista de Tecnologia Educacional da Associação Brasileira de Tecnologia Educacional e Revista Tecnologias da educação

Os descritores utilizados no processo de busca para levantamento primário da literatura nas bases; Portal de Periódicos da Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Google acadêmico, Scopus, ACM, IEE, Journals foram: “leitura facial” and “ensino e aprendizagem”, “smart tutor” and “tutor inteligente”, “affective computing” “computação afetiva”.

Nos anais de congresso e revistas, foram pesquisados os artigos que tratassem da leitura facial aplicada por meio de tutores inteligentes.

3.4 SELEÇÃO DE ESTUDOS

3.4.1 Critérios de Inclusão

Os critérios de inclusão utilizados para a seleção dos trabalhos foram:

- a) estudos que contenham as palavras-chave: leitura facial em inglês " Face Reading";
- b) estudos que foram escritos na Língua Inglesa e na Língua Portuguesa;
- c) estudos publicados entre os anos de 2017 a 2021;
- d) estudos em formatos de artigos ou dissertações;
- e) estudos disponíveis na íntegra, de forma gratuita e online;
- f) periódicos revisados por pares, ou classificados por relevância nas bases que possuem essa opção no filtro;
- g) estudos que tratem da leitura facial aplicada na educação básica.

3.4.2 Critérios de Exclusão

Quanto aos critérios de exclusão utilizados, podemos citar:

- a) estudos que estejam fora do período citado;
- b) estudos não escritos em Língua Inglesa ou Língua Portuguesa;
- c) estudos que não sejam dos tipos: artigo e dissertação;
- d) estudos que não estejam disponíveis na íntegra, de forma gratuita e online;
- e) estudos que não contenham as palavras-chave: leitura facial ensino e aprendizagem (em inglês “facial AND expression. AND system AND tutoring AND emotions”);

- f) periódicos que não sejam revisados por pares, ou não classificados por relevância nas bases que possuem essa opção no filtro;
- g) estudos que não tratam da leitura facial aplicada na educação;
- h) estudos que estejam repetidos nas bases de dados.

3.5 AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

A pesquisadora realizou a leitura do resumo/abstract com a finalidade de analisar se o trabalho seria incluído ou não, totalizando 46 (quarenta e seis) artigos selecionados. Em um segundo momento, a pesquisadora fez a leitura completa dos trabalhos incluídos, realizando uma análise com os critérios para determinação da relevância dos artigos selecionados. Nesta etapa, os estudos foram avaliados quanto a sua qualidade, conforme as diretrizes descritas no Quadro 1, descrita a seguir:

Quadro 1. Critérios de Qualidade para Avaliação

Critério	Pontuação
O estudo demonstra contribuição teórica e/ou prática?	Sim: 1 ; Não: 0; Parcialmente: 0,5
O estudo é considerado empírico?	Sim: 1 ; Não: 0;
Os objetivos da pesquisa estão claramente declarados?	Sim: 1 ; Não: 0; Parcialmente: 0,5
A metodologia proposta está descrita de maneira clara?	Sim: 1 ; Não: 0; Parcialmente: 0,5
Existem discussão e resultados no estudo?	Sim: 1 ; Não: 0; Parcialmente: 0,5
O local de publicação do estudo dispõe de índices de qualidade?	Sim: 1 ; Não: 0;
O estudo apresenta citações?	Sim: 1 ; Não: 0;

Fonte: autora, 2023.

3.6 EXTRAÇÃO DE DADOS

Ao final da leitura realizada no segundo momento, foram selecionados 33 (trinta e três) artigos, pois 7 (sete) deles não atendiam aos critérios estabelecidos. Na plataforma do Portal de Periódicos da Capes, foram encontrados 5 (cinco) estudos. Entretanto, ao ser aplicado o filtro para selecionar os que foram revisados por pares, esse número diminuiu para 2 (dois), dentre estes, 1 (um) estava relacionado à Computação Afetiva.

Dos trabalhos encontrados na plataforma Scopus, 6 (seis) estavam relacionados à Computação Afetiva, sendo que 04 deles também estavam no Portal de Periódicos da Capes e 01 nas três plataformas, Portal de Periódicas da Capes, Journals e Scopus.

Na plataforma Journals foram encontrados 2 (dois) trabalhos, porém somente 1 (um) tratava de trabalhos desenvolvidos na Computação Afetiva, 01 desses trabalhos também se encontrava no Portal de Periódicos da Capes e o outro era comum nas três plataformas de pesquisa.

Na plataforma ACM, foram encontrados 14 (quatorze) estudos, sendo que 6 (seis) deles também estavam em outras três plataformas. Dentre estes, 7 (sete) estavam relacionados ao tema do presente estudo.

Na plataforma Google Acadêmico, foi usado um outro filtro utilizando os descritores "facial AND expression AND system AND tutoring AND emotions", com os operadores booleanos OR e AND. Foram encontrados 8 (oito) estudos, mas após a leitura dos resumos, e aplicados os critérios de exclusão, foram reduzidos para 4 (quatro). Dentre eles, havia 3 (três) estudos comuns nos anais do WIE e 2 (dois) nos anais do Ctrl+e.

Por fim, foram selecionados 10 (dez) artigos que serão comentados a seguir devido a sua relevância ao trabalho da pesquisadora.

Quadro 2 – Amostra final de artigos selecionados

Autores	Título	Base de Dados	Ano
Llanda, C. J. R.	Video Tutoring System With Automatic Facial Expression Recognition: An Enhancing Approach to E-Learning Environment	ACM	2019
Leong, F. H.	Deep learning of facial embeddings and facial landmark points for the detection of academic emotions	SCOPUS	2020
Bringula, R. et al.	Exploring the Sequences of Synthetic Facial Expressions and Type of Problems Solved in a Personal Instructing Agent using Lag Sequential Analysis	SCOPUS	2020
Behera, A. et al.	Associating Facial Expressions and Upper-Body Gestures with Learning Tasks for Enhancing Intelligent Tutoring Systems	SCOPUS	2020
Cabada, R. Z. et al.	Hyperparameter optimization in CNN for learning-centered emotion recognition for intelligent tutoring systems	ACM	2020

Morais, F.; Jaques, P.	Considerando personalidade e transições de emoções na detecção de emoções baseada em mineração de dados	Google Acadêmico	2020
Castellano, G; De Carolis, B.; Macchiarulo, N.	Automatic Emotion Recognition from Facial Expressions when Wearing a Mask	ACM	2021
Greipl, S.; Bernecker, K.; Ninaus, M.	Facial and Bodily Expressions of Emotional Engagement: How Dynamic Measures Reflect the Use of Game Elements and Subjective Experience of Emotions and Effort	ACM	2021
Yu, H. et al.	Measuring and Integrating Facial Expressions and Head Pose as Indicators of Engagement and Affect in Tutoring Systems	ACM	2021
Jiang, H. Serpell, Z.; Whitehill, J.	Measuring the Effect of ITS Feedback Messages on Students' Emotions	Google Acadêmico	2021

Fonte: Autora, 2023.

No final, foram selecionados artigos publicados entre os anos de 2019 e 2021, prevalecendo o ano de 2020, com 5 (50%) artigos publicados nesta data, seguidos de 4 artigos publicados em 2021 (40%) e 1 artigo em 2019 (10%).

Além disso, 90% dos artigos são publicados em inglês, apenas um artigo (10%) foi publicado em português. Com relação à plataforma de publicação, 5 artigos (50%) pertencem à plataforma ACM, seguidos da SCOPUS, que representou 3 artigos e Google Acadêmico, representando 2 artigos.

Após realização da leitura dos artigos selecionados, pode-se observar no estudo de Castellano, Coralis e Macchiarulo (2021) que as pessoas comunicam emoções através de vários canais não verbais e as expressões faciais desempenham um papel importante neste processo comunicativo. Neste estudo, foi usado o reconhecimento Automático de Expressão Facial (FER). Estes sistemas tentam reconhecer as emoções de toda a face. Infelizmente, com a situação pandêmica, as pessoas usam máscaras e as faces não ficam totalmente visíveis.

Neste estudo, foi investigado a eficácia de um sistema FER no reconhecimento de emoções geradas apenas na região dos olhos, que é a única visível na região ao usar uma máscara, comparando os resultados da mesma abordagem quando aplicada a todo o rosto.

Então, foi criado um mapa de etapas: detectaram um rosto em uma imagem, detectaram uma máscara em um rosto, extraindo a região dos olhos, e reconhecendo a emoção expressa com base nessa região. Logo, emoções relacionadas à região da boca não puderam

ser reconhecidas, por exemplo, nojo. Considerando somente a região dos olhos, fica mais fácil detectar as emoções positivas, segundo os autores.

A abordagem que fizeram à FER foi baseada no mapa de etapas. A primeira etapa foi a detecção de rosto, realizada por meio do detector facial frontal pré-treinado disponível com a biblioteca Python. A área detectada é cortada com o tamanho 224x224.

Após verificar a presença da máscara usando uma Rede Neural Convolutiva (CNN) devidamente treinada, se a máscara era identificada, a imagem era cortada para isolar a área dos olhos, o módulo de reconhecimento “uma emoção especializada” era usado para reconhecer emoções a partir da região dos olhos. Caso contrário, se nenhuma máscara fosse detectada, o módulo de reconhecimento “uma simples emoção” é ativado para analisar todo o rosto.

Na segunda etapa, verificaram a presença de uma máscara. Para fazer isso, usaram um CNN que é baseado em MobileNetV2 pré-treinado em ImageNet. Substituindo as camadas superiores pelas úteis para o propósito. Para realizar o ajuste fino de parâmetros de rede, usaram um conjunto de dados para detecção de máscara disponível no Github 2.

O conjunto de dados inclui 1376 fotos de rostos de pessoas, com 690 imagens com máscara e 686 sem máscara. Para produzir o conjunto de rostos com máscaras, os autores deste conjunto de dados adicionaram artificialmente a máscara no rosto das pessoas detectando seus pontos de referência faciais e adaptando a imagem de uma máscara em seu rosto no local certo. Dividimos o conjunto de dados em um conjunto de treinamento (80%), uma validação (10%) e um conjunto de testes (10%).

Para o treinamento da CNN, utilizaram o Adam otimizador e definiram a taxa de aprendizagem para 0,0001, o tamanho do lote para 32, e o número de épocas para 100. O modelo resultante alcançou uma precisão de 96% no conjunto de testes. Em particular, o modelo foi capaz de detectar corretamente a ausência de uma máscara e fez apenas alguns erros (6/84) no reconhecimento da presença da máscara.

Na terceira etapa do mapa foi realizado o reconhecimento das emoções por dois módulos de classificação que foram ativados de forma exclusiva dependendo da resposta do detector de máscara. Se nenhuma máscara for detectada, um sistema FER simples é aplicado a todo o ROI de face. Se uma máscara for detectada, recortam a imagem de modo a considerar apenas o ROI incluindo os olhos e aplicam um sistema FER específico para reconhecer a emoção com base na expressão dos olhos. Nos dois casos, as imagens foram redimensionadas para 224x224 para serem fornecidas como entrada ao sistema FER.

Usaram o conjunto de dados FER 2013 para criar ambos Sistemas FER. Este conjunto de dados foi compilado em 2013 pelos organizadores do concurso “Challenges in Representation Learning”. Ele contém 35887 imagens em tons de cinza de rostos de pessoas com tamanho 48×48 .

Cada imagem é rotulada com uma das seguintes emoções: Zangado, medo, feliz, neutro, tristeza e surpresa. O conjunto de dados vem já dividido em um conjunto de treinamento (28709 imagens), um conjunto de validação (3589 imagens) e um conjunto de teste (3589 imagens). A classificação humana da precisão para este conjunto de dados é de cerca de 65%. A partir do FER2013, os autores criaram um novo conjunto de dados, chamado FER2013_cropped, para recortar cada imagem de modo a incluir apenas os olhos.

Outro estudo, realizado pelos autores Behera *et al.* (2020), diz que a aprendizagem envolve uma quantidade substancial de estados cognitivos, sociais e emocionais. Assim, reconhecer e compreender esses estados no contexto da aprendizagem é fundamental para projetar intervenções informadas e atender às necessidades de cada aluno para fornecer educação personalizada. Neste artigo, foi explorado a detecção automática de comportamentos não verbais dos aprendizes que envolvem gestos de mão sobre a face, movimentos da cabeça e dos olhos e emoções por meio de expressões faciais durante a aprendizagem.

O método usado foi baseado em visão computacional, usando uma webcam de baixo custo que é integrada facilmente às tecnologias atuais. Os comportamentos foram investigados em sessões de 40 minutos onde os aprendizes realizavam leitura e resolução de problemas. Os exercícios foram desmembrados em três categorias: fácil, médio e difícil, aplicados em aprendizes da graduação em ciência da computação.

Foi verificado que ocorreu um aumento significativo nos movimentos da cabeça e dos olhos com o passar do tempo e com o aumento do nível de dificuldade. Foi demonstrado que existe uma coerência de gestos de mãos sobre a face (em média 21,35%) durante a sessão de 40 minutos e é pouco explorada no domínio da educação.

Por fim, foi proposto, ainda nesta pesquisa, uma nova abordagem de aprendizagem profunda para a detecção automática de gestos de mão sobre a face em imagens com uma precisão de classificação de 86,87%. Há um aumento proeminente nos gestos de mão sobre a face quando o nível de dificuldade de determinado exercício aumenta. Os gestos mão-sobre-face ocorrem com maior frequência durante exercícios de resolução de problemas

(fácil 23,79%, médio 19,84% e difícil 30,46%) em comparação com a leitura (fácil 16,20%, médio 20,06% e difícil 20,18%).

Já no estudo de Leong (2020), foi avaliado o uso de aprendizagem profunda em *embeddingsFaceNet* e pontos de referência facial para detecção de emoções acadêmicas em um conjunto de dados disponível publicamente - DAiSEE, que foi anotado com os estados emocionais de envolvimento, tédio, frustração e confusão.

Ao modelar as dimensões espaciais e temporais, os resultados demonstraram que ambos os modelos são capazes de detectar incidências de tédio e frustração e podem ser usados no monitoramento do momento de tédio e frustração dos alunos usando um sistema de tutoria online ou em sala de aula.

FaceNet do Google é uma rede de aprendizagem profunda que aprende a incorporação euclidiana de imagens de rosto de entrada. É originalmente destinada ao uso em aplicações de reconhecimento facial (FR). Na detecção facial, os pesquisadores alcançaram alta precisão na identificação de pontos de referência faciais ou pontos que delineiam como o contorno de várias características faciais, por exemplo, sobrancelhas. Em alguns estudos, os pontos de referência facial são usados para a inferência automática das emoções humanas.

Neste estudo, as características calculadas dos pontos de referência faciais são alimentadas em duas redes neurais arquiteturas baseadas (uma para a face superior e outra para a face inferior) para identificar as ocorrências de UAs faciais. Uma média taxa de precisão de 93,3% para o reconhecimento de 16 UAs foi alcançada em uma amostra independente de 122 sujeitos. Neste artigo, a concentração na detecção de emoções foi nas acadêmicas especificamente frustração e tédio, em vez das 7 emoções básicas.

Para tanto, outro estudo, feito por Bringula *et al.* (2020), foi realizado com um agente instrutor pessoal chamado PIA, com 75 alunos da 7ª série. Tentando determinar e visualizar as sequências de expressões faciais sintéticas (SFE) e problemas resolvidos em um agente instrutor pessoal. PIA é um agente pedagógico de tutoria que auxilia os alunos na resolução de problemas de álgebra. Exibe SFE e fornece dicas como feedback enquanto os alunos resolvem um problema de álgebra. PIA exibiu 8.879 SFE e 83%, dos quais foi um SFE feliz. A maioria dos alunos resolveu problemas fáceis (63%).

Nesse sentido, a análise sequencial de Lag revelou que os alunos tendem a manter o nível de dificuldade com o qual eles se sentem confortáveis. Quando PIA exibiu um SFE feliz, é mais provável que os alunos responderam ao problema corretamente. Por outro lado, quando PIA exibiu SFE triste, houve uma alta probabilidade de os alunos abandonarem o

problema. Pode-se concluir que as sequências de SFEs podem ser utilizadas para detectar a persistência dos alunos ou falta dela.

Neste estudo, as interações de interface dos alunos foram coletadas e constituíram um conjunto de dados. O conjunto de dados continha nomes de usuário, problemas resolvidos, nível de dificuldade (ou seja, fácil, médio, difícil), status do problema (ou seja, concluído ou abandonado), dicas usadas, SFE (neutro, feliz, triste e surpreso) e o tempo gasto na utilização do software.

O artigo de Llanda, publicado em 2019, apresentou um Sistema de Vídeo Tutorial com Reconhecimento de Expressão Facial (VTSFER) desenvolvido como ferramenta de ensino para facilitar as instruções no curso de programação. O sistema é inteligente o suficiente para identificar emoções através do reconhecimento facial e foi utilizado por alunos do 3º ano da BSIT. Os alunos foram agrupados em dois, nos quais a segunda metade dos alunos utilizou o VTSFER. Uma avaliação foi realizada e determinou o nível de desempenho de ambos os grupos de alunos. Um teste t de ferramenta estatística foi usado para determinar a diferença significativa.

O valor t mostrou-se altamente significativo com um valor de 2,1827 e uma probabilidade de 0,0382. O resultado mostrou que a segunda metade dos alunos adquire mais conhecimento no uso do sistema de vídeo tutoria com reconhecimento de expressão facial em comparação com a primeira metade dos alunos que usam um vídeo tutorial tradicional. Com a intervenção do reconhecimento da expressão facial embutido no vídeo tutorial, os alunos se engajaram e ganharam mais conhecimento na aprendizagem.

Outro artigo, realizado por Greipl (2021), reúne medidas subjetivas (questionários) e medidas objetivas do processo (expressões faciais e movimentos da cabeça) das emoções para examinar o envolvimento emocional dos usuários com relação à ausência ou presença de elementos do jogo.

Foram aleatoriamente designados 156 participantes para uma tarefa de memória de trabalho espacial com ou sem elementos do jogo presentes, enquanto seus rostos e movimentos de cabeça eram gravados com uma webcam durante a execução da tarefa. As emoções positivas e negativas foram avaliadas antes da tarefa e duas vezes durante a execução da tarefa usando questionários convencionais.

E, também, avaliado o esforço subjetivo percebido, assumido como herdeiro de um componente afetivo substancial, que se manifesta em um nível de expressão corporal ao lado de emoções positivas e negativas. Foi explorada, também, a relação entre as medidas

subjetivas e objetivas das emoções nas duas versões de tarefas. Encontraram uma série de unidades de ação e movimentos da cabeça associados à experiência subjetiva das emoções, bem como ao esforço subjetivo.

Essas associações repetidas vezes se encaixam com descobertas da literatura. Da mesma forma, um aumento linear da intensidade do piscar (unidade de ação 45) está relacionado aos participantes que executam a tarefa sem elementos do jogo, provavelmente indicando desligamento na variante de tarefa mais tediosa. Em outras ocasiões, associações entre medidas subjetivas e objetivas pareceram indiscriminadas ou mesmo contra indicadas. Além disso, as reações faciais e corporais e as correspondências subjetivas-objetivas resultantes foram bastante consistentes internamente, mas não entre as duas versões de tarefas. Este trabalho, por conseguinte, obteve acesso detalhado ao reconhecimento automatizado de emoções e gerou viabilidade na pesquisa de elementos de jogos, ao mesmo tempo em que destacou a individualidade e a dependência do contexto das expressões emocionais.

O estudo de Yu *et al.* (2021) mostrou um estudo usando computador, técnicas de visão para medir os estados afetivos dos alunos e seu envolvimento nas atividades levando em consideração as expressões faciais e as poses da cabeça, enquanto usavam um Tutor online, o Sistema de ensino mathspring.org, projetado para auxiliar a prática de matemática dos alunos. Os alunos manifestaram várias reações, vários níveis de envolvimento e emoções. (exemplo, fusão, tédio, excitação). Estas informações automaticamente recebidas ajudaram a entender como os alunos estão progredindo e sugerem quem e quando precisa de mais assistência

O *Teacher Dashboard* é um professor de pose de cabeça, que estima a direção em tempo real dos alunos e responde a potenciais dúvidas e um painel do professor com expressão facial aumentada, que identifica os estados afetivos dos alunos e fornece essas informações para ensinar. Foram coletados dados de vídeo de alunos de graduação interagindo com *MathSpring*. Os resultados preliminares dos vídeos do *MathSpring* foram encorajadores, indicando a precisão na detecção da orientação da cabeça. Um estudo de usabilidade foi conduzido com professores reais para começar a avaliar o possível impacto do software do *Teacher Dashboard* proposto.

Com relação ao estudo de Moraes e Jacques (2020), mostra a detecção de emoções de aprendizagem como frustração, confusão, tédio e envolvimento do aluno por meio de mineração de dados baseada em etapas a partir de logs de um Sistema Tutor Inteligente (STI). A detecção é realizada com base em algoritmos de aprendizado de máquina supervisionado,

seguindo métodos de classificação. Como objetivo de pesquisa, este trabalho verificou se os dados de personalidade do aluno poderiam influenciar positivamente a detecção dessas emoções em alunos usando um STI baseado em etapas.

Como objetivo de pesquisa, este trabalho verificou se as informações da personalidade do aluno podem impactar de forma positiva na detecção destas emoções de alunos utilizando um Sistema de Tutor Inteligente baseado em passos.

Vinte e quatro detectores de emoção baseados em log foram usados e 348 características de desenvolvimento foram consideradas. Registro de interação, modelo do aluno, personalidade e emoção e comportamento do aluno. Todos estes dados foram recolhidos em 10 sessões, cada uma com a duração de 40 minutos, a 55 alunos do STI *PAT2Math*, com idades compreendidas entre os 12 e os 13 anos (média = 12,15, DP = 0,36), sendo 26 garotos e 29 garotas. Os aprendizes eram de duas turmas do sétimo ano de uma escola particular da região metropolitana do Rio Grande do Sul. Ao combinar dados de personalidade capturados de STI baseado em etapas, transições de emoção e logs, é possível obter índices $K = 0,633$ e $A0 = 0,846$ na detecção de engajamento, valores que superam os codificadores humanos no protocolo de emoção.

O estudo de Jiang *et al.* (2021) buscou compreender se quando um tutor inteligente emite mensagens de feedback de apoio, empatia ou motivação ao aluno, isso transforma o estado emocional do aluno e se o STI consegue detectar a mudança? A questão foi investigada em um conjunto de dados de 36 estudantes de graduação que interagiram com um software de treinamento de habilidades cognitivas baseado em iPad que emitia várias mensagens de feedback.

Cada aluno participou de 3-4 sessões, e cada sessão diária durou cerca de 40 minutos. Na aplicação do teste, foram usados reconhecimento automático de expressões faciais e sensores de frequência cardíaca, aferindo o resultado das diversas mensagens nas mudanças de curto prazo nas emoções dos alunos.

A tarefa consiste em o aluno agrupar corretamente 3 cartas que tenham uma configuração correta de tamanho, forma e cor. Quando o aprendiz faz um ponto, o software emite automaticamente um som. A tarefa Set é altamente exigente, principalmente nos níveis de dificuldade avançados e dada a pressão do tempo. No início de cada sessão diária, o participante faz um pré-teste de 3 minutos.

Os aprendizes passam por 30 minutos de treinamento de habilidades cognitivas facilitado pelo sistema. O nível de dificuldade da tarefa e a troca de tarefas é decidida pelo tutor, que também emite dicas e avisos de diferentes tipos.

Os resultados indicaram com exceção de algumas mensagens específicas que tais efeitos eram pequenos e insignificantes, uma vez que os alunos explicavam facilmente por si só a tarefa e não pelo feedback que era enviado. Isso sugere que o impacto emocional desse feedback, pelo menos no contexto particular deste estudo, é muito pequeno ou indetectável por sensores.

Finalizando, o estudo de Cabada *et al.* (2020) propõe a utilização de um método de otimização de hiperparâmetros da CNN, utilizando algoritmos genéticos, centrados na aprendizagem, para que tutores inteligentes reconheçam o estado emocional de uma pessoa.

Este sistema de tutoria inteligente é utilizado como um eficiente tutor de autoaprendizagem cujas decisões são baseadas no estado emocional do usuário. Essas emoções detectadas são o que os especialistas chamam de emoções básicas, e a tecnologia de reconhecimento mais conhecida é o reconhecimento de expressões faciais.

O processo de treinamento da CNN é realizado em um PC com GPU, e a rede neural treinada é embarcada em um ambiente móvel. Os resultados mostraram que o algoritmo genético melhorou cerca de 8% (de 74% para 82%) em comparação com trabalhos anteriores usando uma abordagem de tentativa e erro. Os resultados mostram que usar o GA para definir automaticamente os hiperparâmetros da CNN ajuda a melhorar a precisão em comparação com as CNNs feitas usando métodos de tentativa e erro e outros diferentes classificadores de aprendizado de máquina.

Reconhecimento de emoções em sistema tutor inteligente para dispositivos móveis Android é a proposta deste estudo de Cabada *et al.* (2020), um sistema baseado na web voltado para o aprendizado de matemática básica. Os sistemas baseados na Web incluem diferentes componentes, como redes sociais para aprendizado, sistemas tutores inteligentes e reconhecedores de emoções.

Foi, então, desenvolvido um sistema para ser acessível a partir de qualquer tipo de plataforma de computador e dispositivos móveis baseados em Android. Também foi construído um sistema *neurofuzzy* para reconhecer as emoções dos alunos e um sistema *fuzzy* para rastrear o status de ensino dos alunos.

Foram realizados diferentes experimentos no reconhecedor de emoções e obtiveram uma taxa de sucesso de 96%. Além disso, o sistema (incluindo rede social e

sistema de tutoria inteligente) foi testado em alunos reais e os resultados obtidos foram bastante satisfatórios. Os resultados da avaliação, considerando as operações de multiplicação e divisão foram aplicadas a 33 alunos (9 de escolas públicas e 24 de escolas particulares; todos eles em Culiacán, México). Foi observado o progresso de 27 alunos (seis deles não mudaram de nota). Com base nos resultados obtidos com este experimento e por ser uma ferramenta de código aberto, foi decidido integrar esse classificador com o extrator de recursos no tutor inteligente.

Ao encerrar esta revisão sistemática, emerge uma síntese das evidências examinadas. Este capítulo não apenas cumpre a missão de mapear o conhecimento existente, mas também revela *insights* valiosos sobre as lacunas e direções futuras da pesquisa. As descobertas oferecem uma base para a continuidade da investigação, destacando tanto as contribuições atuais quanto as áreas que demandam maior atenção. Assim, esta revisão sistemática não apenas amplia o panorama do conhecimento, mas também sinaliza o caminho para futuras explorações e avanços no campo de estudo.

4 PROPOSTA DE PESQUISA COMPUTAÇÃO AFETIVA

Este capítulo proporciona uma visão das bases metodológicas que sustentam a proposta de pesquisa, contextualizando o estudo. Além disso, são delineadas metas a serem atingidas ao longo do desenvolvimento desta investigação

Esta proposta é um trabalho de pesquisa vinculado ao Laboratório de Tecnologias Computacionais (conhecido como LabTeC) da Universidade Federal de Santa Catarina sob a orientação da professora Dr^a Eliane Pozzebon e descreve os procedimentos metodológicos que foram utilizados para realização da pesquisa. Esta pesquisa teve como objetivo responder de que maneira a Computação Afetiva, integrada ao Tutor Inteligente MAZK, pode proporcionar benefícios para o processo de aprendizagem dos estudantes.

Também buscou levantar questões sobre os benefícios da Computação Afetiva integrada ao Sistema Tutor Inteligente MAZK, com o intuito de demonstrar como o aspecto afetivo/emocional, integrado aos Sistemas Inteligentes, pode contribuir para a aprendizagem na educação. Com a confirmação desta hipótese, a Comunicação Afetiva pode ser uma aliada da Inteligência Artificial, promovendo ferramentas, sistemas e soluções que contribuam para a aprendizagem, e, conseqüentemente, para melhores níveis de qualidade no processo de ensino-aprendizagem no Brasil.

4.1 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DA PROPOSTA

A proposta deste estudo abrange desde a escolha do público alvo, que são os estudantes selecionados para aplicar a atividade, até a coleta do reconhecimento de expressão facial de todos os alunos, detectando, assim, as emoções dos mesmo, no momento das atividades, com o auxílio do Tutor Inteligente MAZK, e a demonstração dos resultados através de gráficos (Figura 11). Com algumas considerações, descritas a seguir:

- Desenvolvimento de Perguntas no Tutor Inteligente MAZK: o sistema já armazena uma variedade de questões previamente elaboradas, alinhadas com os objetivos educacionais. A seleção cuidadosa dessas perguntas proporcionou consistência e relevância ao estudo, assegurando que a avaliação refletisse de maneira precisa o conhecimento dos aprendizes;

- Criação de Salas Virtuais e Geração de Códigos de Acesso: utilizando as perguntas previamente armazenadas no Tutor Inteligente MAZK, foram criadas salas virtuais para a realização dos simulados. Cada sala gerou um código de acesso único, fornecido aos aprendizes no momento do teste. Esse código era a chave para ingressar na sala virtual, garantindo segurança e individualidade na participação de cada estudante;
- Cadastramento e Simulação com Reconhecimento Facial: antes do simulado, os aprendizes foram instruídos a se cadastrar no Tutor Inteligente MAZK. Esse processo garantia a correta associação entre os códigos individuais e os perfis dos estudantes. Durante a realização do simulado, o Tutor Inteligente MAZK, integrado com inteligência artificial, conduziu o reconhecimento facial dos aprendizes. Essa análise em tempo real permitiu a captura das expressões faciais e emoções dos participantes, proporcionando insights sobre o estado emocional durante as atividades.
- Registro e Demonstração de Resultados: os resultados foram registrados e analisados, proporcionando uma visão das emoções experimentadas pelos estudantes durante o simulado. Essas informações foram apresentadas de maneira clara e compreensível por meio de gráficos, destacando padrões e tendências identificadas durante o estudo.

Figura 11- Descrição dos passos da proposta



Fonte: autora, 2023.

As etapas para a execução desta proposta proporcionam uma visão mais ampla da aplicação do reconhecimento facial, capturando os estados emocionais em simulados acadêmicos, utilizando o Tutor Inteligente MAZK como uma ferramenta inovadora.

Os *insights* obtidos têm o potencial de informar práticas pedagógicas futuras, adaptando-se às necessidades emocionais dos estudantes para promover um ambiente de aprendizado mais eficaz e personalizado.

Os resultados deste estudo revelam a contribuição significativa do Tutor Inteligente MAZK na compreensão das reações emocionais dos estudantes durante atividades acadêmicas simuladas, destacando seu papel como uma ferramenta para aprimorar a qualidade do ensino.

4.2 PÚBLICO (AMOSTRA)

Para esta pesquisa solicitamos uma turma de 200 aprendizes matriculados no terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Básico Araranguá (EEBA) e Escola Estadual de Ensino Básico João Colodel (EEB João Colodel).

4.3 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Neste documento, foram descritos os instrumentos de avaliação utilizados durante a aplicação do reconhecimento facial nos aprendizes do ensino médio, como recurso para identificar seu estado emocional diante e durante as atividades e disciplinas sugeridas.

A avaliação é a mediação entre o ensino do professor e as aprendizagens do professor e as aprendizagens do aluno, é o fio da comunicação entre formas de ensinar e formas de aprender. É preciso considerar que os alunos aprendem diferentemente porque têm histórias de vida diferentes, são sujeitos históricos, e isso condiciona sua relação com o mundo e influencia sua forma de aprender. Avaliar, então é também buscar informações sobre o aluno (sua vida, sua comunidade, sua família, seus sonhos...) é conhecer o sujeito e seu jeito de aprender (Freire, 1996).

4.3.1 Avaliação Formativa

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) – Lei 9.394/96 (BRASIL, 1996), em seu artigo 1º assim determina:

Art. 1º - A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e

pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais.

Em outras palavras, a lei determina que o sistema formativo de avaliação educacional deve estabelecer uma parceria entre professores, aprendizes e a familiares em prol do mesmo objetivo. O aprendizado e o desenvolvimento das habilidades necessárias para formação do indivíduo. Assim, a avaliação formativa se afasta das outras formas de verificação dos resultados escolares, quando não prioriza a classificação, medição e seleção e sim o desenvolvimento do potencial individual dos aprendizes.

A avaliação formativa deve ser realizada de forma criativa e diferente das convencionais e classificatórias, sendo sempre observados as características e princípios que vão nortear os resultados do aprendizado. Este modelo de avaliação, além de beneficiar os aprendizes, também categorizam e atestam a qualidade das instituições de ensino. Gonçalves, Friedmann e Puggian (2013) concluem que a promoção da aprendizagem para os jovens do ensino médio está relacionada a uma concepção de avaliação mais flexível que considera as vivências prévias e as expectativas que os alunos trazem à escola.

4.3.2 Metodologias de Avaliação

As metodologias de avaliação têm a função de definir a relação entre o que se espera do aprendiz e o que ele entregou. Ou seja, a partir das variadas formas de avaliação, é possível identificar o que ele já internalizou de conhecimento. O recurso também é importante para definir se os aprendizes conseguiram alcançar os objetivos traçados para aqueles conteúdos previamente programados. Portanto, as diferentes metodologias da avaliação tem a função de fornecer informações valiosas para o setor educacional.

Dessa forma as avaliações deixam de ser apenas levantamento de números e levam em consideração outros fatores, gerando resultados mais abrangentes em relação ao desempenho individual do aprendiz e de toda a turma. Assim, o desenvolvimento e aprendizado dos alunos acontece de maneira mais natural e com um maior número de informações. Luckesi (2015) entende que a avaliação com a função classificatória, constitui-se num instrumento estático do processo de crescimento. Com a função diagnóstica, ao contrário, constitui-se num momento dialético do processo de avançar no desenvolvimento da ação, do crescimento para a autonomia, do crescimento para a competência.

Mensurar a performance intelectual dos aprendizes através do reconhecimento facial realizado pela máquina não é uma tarefa simples e, por isso, é fundamental aplicar avaliações sobre 3 (três) pontos de vista distintos: Cognitivo, Pedagógico e Tecnológico.

4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa de natureza tecnológica teve como objetivo aquisição de imagens através do emprego de tecnologia de reconhecimento facial baseada em Inteligência Artificial, com o propósito de analisar as respostas emocionais de estudantes do ensino médio durante atividades relacionadas às disciplinas de Matemática, Língua Portuguesa, História, Geografia e Biologia, fazendo uso do sistema de Tutoria Inteligente MAZK. Os participantes desse estudo foram alunos matriculados no terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Básico Araranguá (EEBA) e Escola Estadual de Ensino Básico João Colodel (EEB João Colodel).

As atividades transcorreram durante o período compreendido entre setembro e novembro de 2022, envolvendo um único encontro por turma em cada escola, com a participação dos alunos dos turnos matutino e vespertino.

Cada encontro teve a duração de uma hora de aula, direcionada para cada disciplina. Os primeiros momentos da interação com os alunos foram reservados para a introdução das atividades e a apresentação das informações essenciais para a condução do estudo.

Também foi entregue a cada aluno um termo de Responsabilidade e Cessão de direito de imagem, para que um responsável de cada um deles assinasse conforme previsto no estatuto da Criança e do Adolescente (ECA, lei nº8.069/90), no que diz respeito a utilização e reprodução de imagem e vídeos dos menores (ANEXO A, disponível em: <https://drive.google.com/file/d/18nobbQcRh0VT4DG2muq85TMDhYpvpL5Z/view?usp=sharing>).

O planejamento e execução se dividiram em (quatro) etapas:

- I. Preparação das aulas: As aulas foram elaboradas em conjunto com o professor titular da turma e a proposta, questões do vestibular da UFSC e do ENEM, a fim de que os alunos aproveitassem estas atividades na preparação para as avaliações classificatórias de ingresso na graduação;

- II. Execução das atividades: As aulas foram realizadas com datas previamente combinadas com as escolas em questão. Os encontros aconteceram de forma presencial no próprio laboratório de informática da escola;
- III. Apresentação do conteúdo produzido: Foi apresentado, sugerido e combinado previamente com o professor e os alunos. No final das atividades, os alunos participantes visualizaram suas imagens fazendo uma análise pessoal de como reagiram durante as atividades, podendo assim reconhecer quais as disciplinas que precisam colocar mais empenho, para que consigam resultados positivos em todo o aprendizado;
- IV. Avaliação dos resultados.

4.4.1 Planos de Atividades

Abaixo é descrito o plano de atividades relacionado às disciplinas que serão trabalhadas durante o reconhecimento facial.

PLANO DE ATIVIDADES

Nome da Tarefa: Simulado preparatório para o vestibular.
Duração (horas): 1 (uma) aula de 1h cada, totalizando 10 (dez) horas.

Pré-requisitos: Estar cadastrado no MAZK, Dispositivo eletrônico, câmera para captura da imagem, internet.

Objetivos: Preparar os alunos para o vestibular.

Instrumento de avaliação:

Os instrumentos de avaliação serão dois:

1. Questões preparatórias para o vestibular formuladas pelo professor;

2. As expressões faciais capturadas quando os alunos estiverem realizando as atividades.

O objetivo desta pesquisa consistiu em realizar uma avaliação abrangente dos estados emocionais dos aprendizes durante as atividades propostas, utilizando a análise da leitura facial como método de investigação. A principal motivação subjacente a este estudo foi a busca pela compreensão da possível correlação entre o estado emocional dos aprendizes e seu processo de aprendizado.

Através da análise minuciosa das expressões faciais, procurou-se não apenas verificar os estados emocionais dos alunos, mas também compreender como esses estados podem estar relacionados com o desenvolvimento de suas habilidades e conhecimentos ao longo do processo educacional. Esta abordagem visa a contribuir para uma compreensão mais profunda dos fatores emocionais que impactam o processo de aprendizado, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias educacionais mais eficazes e personalizadas.

Resultados esperados: Espera-se, ao final da pesquisa, com estes dados coletados por meio do tutor inteligente MAZK, encontrar correlação entre as expressões faciais dos alunos e aprendizagem dos mesmos.

Ao concluir este capítulo, a estrutura que guiará a exploração no universo da Computação Afetiva aplicada à Educação é delineada. Os procedimentos metodológicos discutidos estabelecem os alicerces necessários para a investigação dos benefícios da integração da Computação Afetiva ao Sistema Tutor Inteligente MAZK. A busca por uma compreensão mais profunda do impacto emocional na aprendizagem dos alunos representa não apenas um desafio metodológico, mas também uma oportunidade para inovações significativas. Este capítulo, portanto, antecipa uma jornada de descobertas e *insights* que buscam contribuir para o avanço da inteligência artificial aplicada à educação.

5. APLICAÇÃO

Conforme o plano de atividade apresentado na seção 4.4.1, procedeu-se à implementação das propostas educacionais em duas instituições de ensino. A condução dessas atividades adotou uma metodologia que incorporou tanto encontros presenciais quanto a aplicação de simulados por meio do Tutor Inteligente MAZK.

O desdobramento inicial dessas iniciativas concentrou-se na apresentação das atividades, juntamente com esclarecimentos necessários para a efetiva realização da pesquisa. Destaca-se, nesse primeiro momento, o procedimento de cadastramento dos alunos no STI MAZK, que não apenas viabilizou a coleta de informações individuais, mas também permitiu a personalização da instrução com base nas necessidades e habilidades específicas de cada estudante.

5.1 EXECUÇÃO

Nos encontros, foram aplicadas questões preparatórias para o vestibular, abrangendo diferentes disciplinas, como matemática, língua portuguesa, história, geografia, química, física e biologia. Cada aula focou em uma disciplina específica, permitindo que os alunos se preparassem de maneira abrangente para o exame de vestibular.

O Quadro 3 apresenta um planejamento detalhado das aulas destinadas à preparação dos alunos para o vestibular. O quadro delinea as disciplinas abordadas, o formato das aulas, o número de aulas programadas e a quantidade de questões preparatórias em cada disciplina. Este planejamento foi fundamental para garantir que os estudantes recebessem uma preparação completa e abrangente para realizar o simulado preparatório.

Quadro 3 - Planejamento de aplicação (Nº=número)

Disciplina	Tipo de Encontros	Nº de Encontros	Nº de Questões
Língua Portuguesa	Presencial	1	4
História/Geografia/Biologia	Presencial	1	4
Matemática/Química/Física	Presencial	1	7

Fonte: autora, 2023.

A realização do simulado de pré-vestibular para um grupo de 100 alunos do terceiro ano do ensino médio, por meio da plataforma do Tutor Inteligente MAZK, representou um processo meticulosamente concebido e executado. A pesquisa foi conduzida em duas escolas públicas estaduais, que fazem parte de uma rede escolar estadual localizada nos municípios de Araranguá e Turvo, no estado de Santa Catarina (SC). Essas escolas atendem alunos desde a Educação Infantil até o Ensino Médio (Figura 12 e 13).

Figura 12 - Aplicação do simulado em Araranguá.



Fonte: autora, 2023.

Figura 13 - Aplicação do simulado em Turvo.



Fonte: autora, 2023.

A principal finalidade dessa aplicação residiu na captação das expressões faciais para identificar os estados emocionais dos aprendizes durante o desenvolvimento das atividades, ao mesmo tempo em que desempenhou um papel significativo na sua preparação para os exames vestibulares.

O simulado foi concebido para englobar um conjunto diversificado de disciplinas preparatórias, incluindo Matemática, Língua Portuguesa, História, Química e Física. Reconhecendo a relevância de cada uma dessas áreas para o êxito nos exames vestibulares, a equipe pedagógica adotou uma abordagem abrangente, visando a proporcionar aos alunos uma preparação integral.

Durante a condução do simulado, o Tutor Inteligente MAZK desempenhou um papel central. Além de disponibilizar um ambiente virtual interativo para que os alunos respondessem às questões, a plataforma empregou a inteligência artificial como meio de registrar as emoções manifestadas pelos estudantes durante a atividade.

Esse registro se concretizou mediante a análise de expressões faciais e respostas escritas, viabilizando a detecção de um espectro de emoções que engloba felicidade, medo, desprezo, raiva, nojo e neutralidade, descritos na Figura 14.

Figura 14 - Estados emocionais analisados



Fonte: autora, 2023.

5.2 RESULTADOS E ANÁLISE POR DISCIPLINAS

A pesquisa contou com a participação do grupo de alunos das turmas do terceiro ano do ensino médio, que frequentam as aulas no período matutino e vespertino. Essas turmas agregam um total de 208 alunos, sendo 89 do sexo masculino e 109 do sexo feminino, com idades variando entre 14 e 18 anos.

Durante a pesquisa, os estudantes participaram de atividades que totalizaram um período de uma hora a uma hora e meia de duração. Ademais, todos os alunos envolvidos

assinaram autorizações de uso de imagem para garantir a conformidade ética e legal do estudo.

Os dados referentes às manifestações emocionais, registrados durante a realização do simulado, foram submetidos a análise por parte da equipe pedagógica. Estas informações oferecem percepções acerca do estado emocional dos alunos durante a abordagem de cada disciplina específica. Por exemplo, tornou-se possível a identificação de momentos de acentuada de neutralidade emocional, sobretudo nas situações relacionadas à resolução de desafios acadêmicos.

A análise dos registros emocionais dentro do Tutor Inteligente Mazk proporcionou uma compreensão mais aprofundada das emoções dos aprendizes e do seu impacto no desempenho acadêmico.

Com base nessa compreensão, torna-se viável a formulação de estratégias de apoio emocional individualizadas, com o intuito de mitigar os casos de emoções negativas que o estudo apresentou e cultivar novas propostas educacionais usando o Tutor Inteligente Mazk.

Essa análise inclui a detecção facial, em que um algoritmo é aplicado para identificar e delimitar as regiões faciais nas imagens capturadas, incluindo características como olhos, nariz e boca.

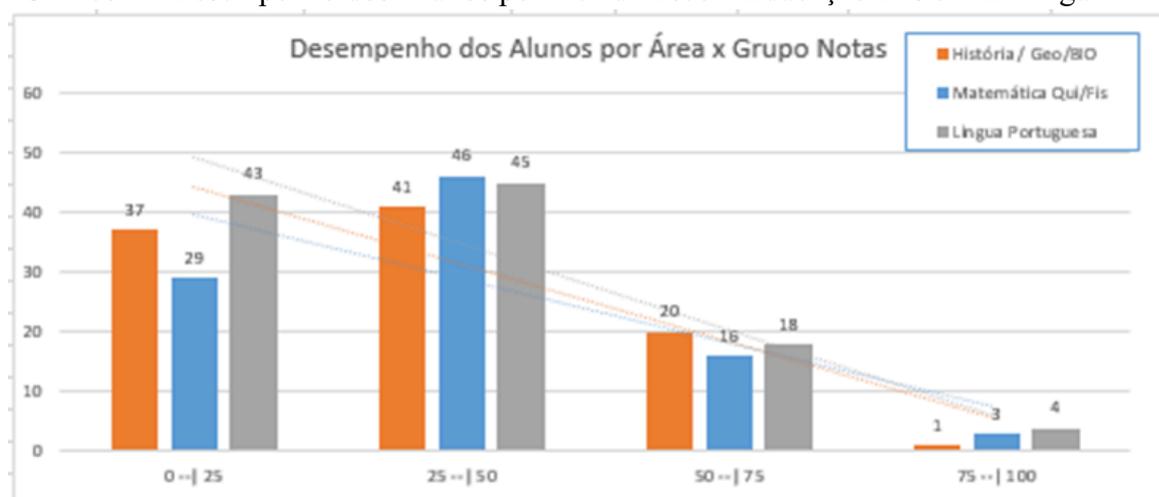
Algoritmos de análise de expressões faciais são, então, utilizados para identificar padrões de movimentos e configurações faciais associados a diferentes emoções, como felicidade, tristeza, surpresa, raiva, entre outras. Posteriormente, o sistema classifica as emoções percebidas com base na análise das expressões faciais, podendo ser em categorias predefinidas ou em uma escala contínua.

Além disso, os dados emocionais foram hábeis na geração de gráficos e representações visuais que retrataram as flutuações emocionais observadas ao longo das diversas disciplinas e atividades do simulado.

Tais representações visuais desempenharam um papel crucial na identificação de padrões emocionais e na orientação de futuras intervenções pedagógicas, direcionadas à otimização da preparação dos alunos para os exames vestibulares.

O Gráfico 1 apresenta o desempenho de aproximadamente 105 alunos da Escola Estadual Básica Araranguá, que participaram de atividades preparatórias para o vestibular nas disciplinas de matemática, física, química, língua portuguesa, geografia, história e biologia.

Gráfico 1 - Desempenho dos Alunos por área da Escola Educação Básica Araranguá

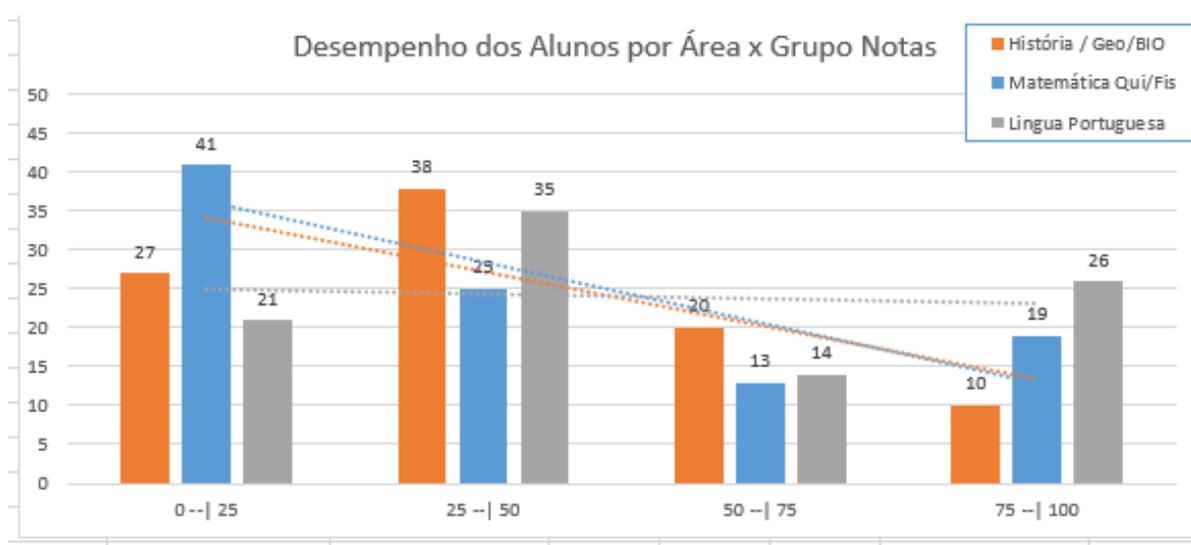


Fonte: autora, 2023.

O Gráfico 2 apresenta o desempenho de aproximadamente 100 alunos da Escola Estadual de Ensino Médio João Colodel, que participaram de atividades preparatórias para o vestibular nas disciplinas de matemática, física, química, língua portuguesa, geografia, história e biologia.

Essas atividades foram conduzidas utilizando o Tutor Inteligente Mazk como recurso digital para implementar essa inovação importante: o reconhecimento facial para identificar as emoções dos alunos durante a resolução das atividades propostas.

Gráfico 2 - Desempenho dos Alunos por área da Escola Estadual de Ensino Médio João Colodel



Fonte: autora, 2023.

Estes dados apontam uma visão abrangente do desempenho dos alunos e das emoções que eles manifestaram durante as atividades preparatórias. Observou-se que as notas dos alunos foram divididas em categorias que variam de "Excelente" à "Abaixo da Média".

A maioria dos alunos obteve resultados na faixa de "Bom" à "abaixo da média", demonstrando que grande parte dos aprendizes apresentaram dificuldades em conseguir atingir uma nota maior, ou seja, a quantidade de erros foi maior que a de acertos, ou igual, quando comparada aos alunos que obtiveram notas maiores.

Quanto às emoções, o reconhecimento facial revelou uma variedade de emoções expressas pelos alunos, incluindo medo, felicidade, tristeza, nojo, raiva, desprezo e estado neutro. Isso oferece informações valiosas sobre como os alunos reagem emocionalmente às tarefas acadêmicas.

Quando se relaciona às emoções com o desempenho, pode-se dizer que é necessário uma análise mais profunda, para entender como as emoções dos alunos se relacionam com seu desempenho. Por exemplo, alunos que demonstraram estado neutro ou felicidade podem ter alcançado melhores notas, enquanto aqueles que expressaram medo, nojo ou raiva, podem precisar de suporte adicional em certas áreas.

Com base nas descobertas, os educadores podem ajustar o programa de preparação para otimizar o engajamento emocional dos alunos, identificando momentos críticos em que é necessária intervenção ou motivação adicional. Sendo que a introdução do reconhecimento facial no processo de ensino oferece uma nova dimensão na compreensão do aprendizado e do bem-estar dos alunos.

Isso permite que os educadores e as tecnologias adaptem seus métodos de ensino para atender às necessidades emocionais e acadêmicas dos alunos, promovendo um ambiente de aprendizado mais eficaz e positivo. Este gráfico é uma ferramenta valiosa para avaliar o desempenho acadêmico e emocional dos alunos, destacando a importância de uma abordagem integrativa na preparação para o vestibular e no desenvolvimento acadêmico dos estudantes.

5.2.1 Língua Portuguesa

Durante a aplicação das questões, foram registrados os estados emocionais dos aprendizes. Assim, o Gráfico 3 ilustra as expressões faciais registradas em relação ao número de estudantes durante as atividades de língua portuguesa, que consistiram em um Simulado Preparatório para o Vestibular na plataforma de ensino inteligente Mazk. Os dados indicam

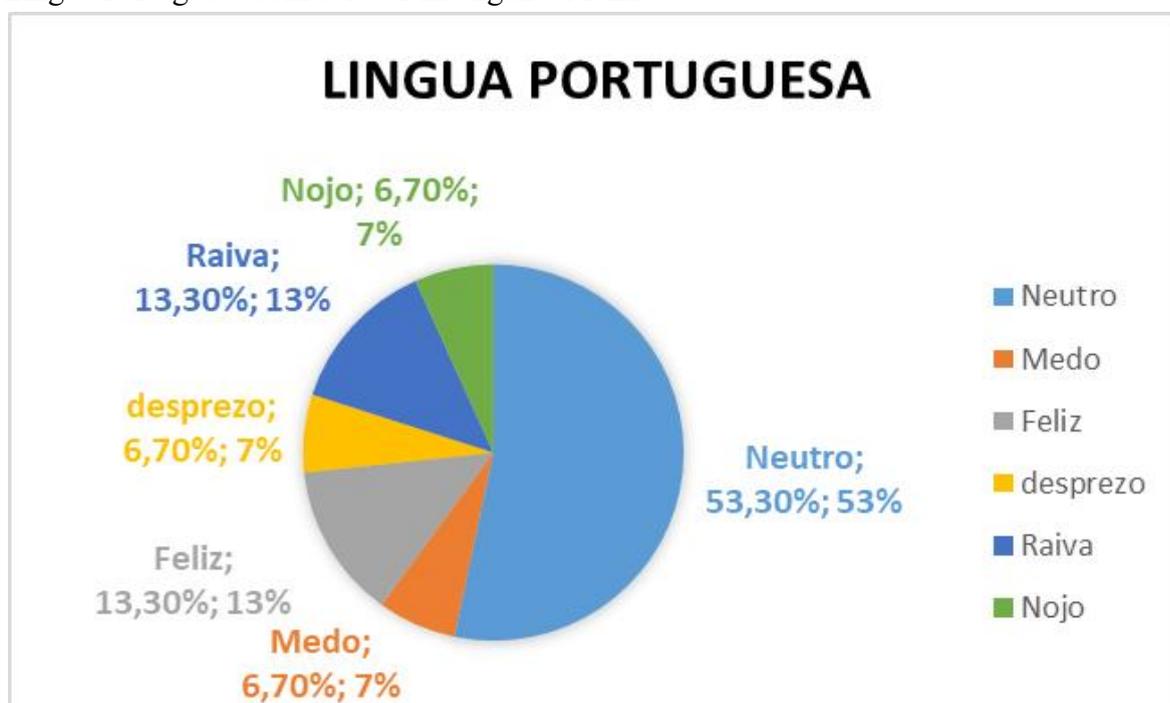
que 53,30% dos alunos demonstraram um estado emocional neutro, enquanto 13,30% apresentaram um estado emocional feliz.

Considerando a perspectiva de Paul Ekman (2011), o qual afirma que as emoções, quando analisadas de forma isolada, tendem a ser neutras, com sua valência positiva ou negativa dependente da combinação com outros sentimentos (por exemplo, otimismo resultante da combinação de curiosidade e alegria), podemos inferir que a neutralidade e a felicidade observadas nas expressões dos alunos podem estar relacionadas ao grau de envolvimento dos estudantes nas atividades propostas e à sua habilidade em lidar com desafios.

Além disso, essas expressões podem ser influenciadas por fatores como a familiaridade dos alunos com as ferramentas digitais.

Observando que 66,6% dos alunos apresentaram estados emocionais neutros ou felizes, podemos inferir que a maioria deles não está experimentando emoções negativas, como tristeza, raiva ou medo. Portanto, é razoável concluir que a experiência educacional proporcionada foi adequada e bem recebida pelos estudantes.

Gráfico 3- Análise das Expressões Faciais por quantidade de alunos, durante simulados de Língua Portuguesa com o Tutor Inteligente Mazk



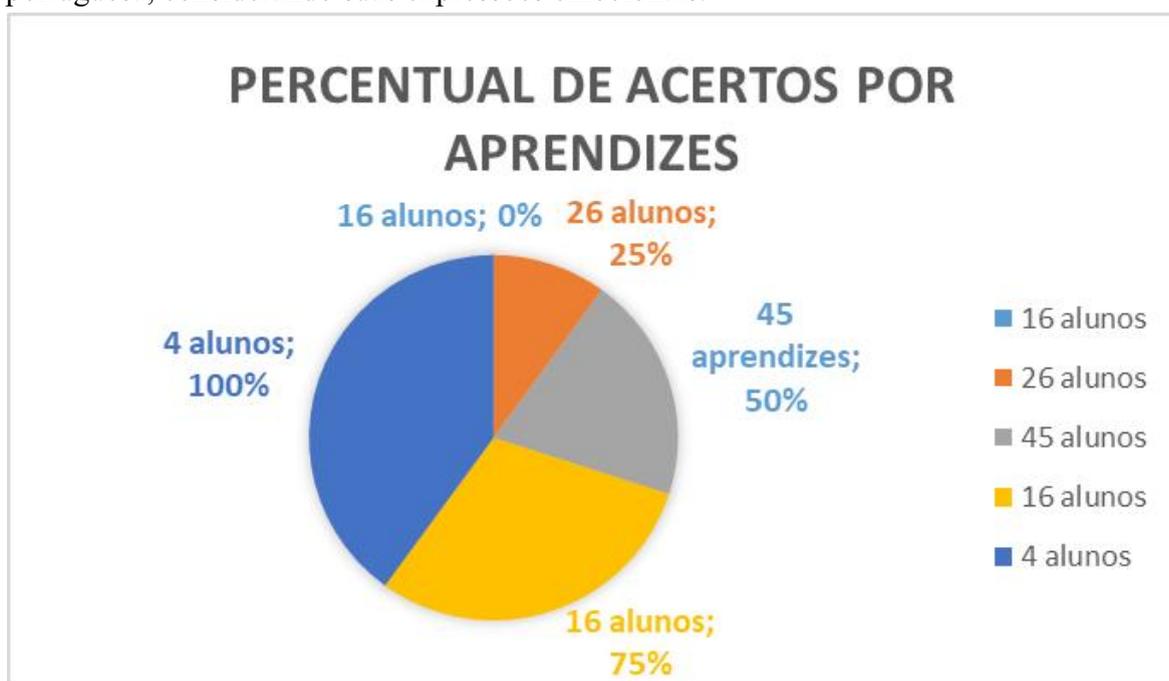
Fonte: autora, 2023.

O Gráfico 4 tem como objetivo demonstrar o percentual de respostas corretas obtidas pelos alunos na disciplina de Língua Portuguesa, corroborando a hipótese estabelecida no Gráfico 1.

Dado que os alunos estavam utilizando o Tutor Inteligente Mazk pela primeira vez para realizar um simulado preparatório para o vestibular, observou-se que a maioria deles expressou emoções positivas em maior proporção do que emoções negativas durante a aplicação, uma vez que a performance da maioria superou a marca de cinquenta por cento (50%).

Consequentemente, pode-se inferir que o desempenho dos alunos está em consonância com as expectativas associadas ao uso do Tutor Inteligente, visando a inovação, motivação e aprimoramento do processo de aprendizado.

Gráfico 4- Porcentagem de respostas corretas pelos alunos nos simulados de língua portuguesa, considerando suas expressões emocionais.



Fonte: autora, 2023.

5.2.2 História, Geografia e Biologia

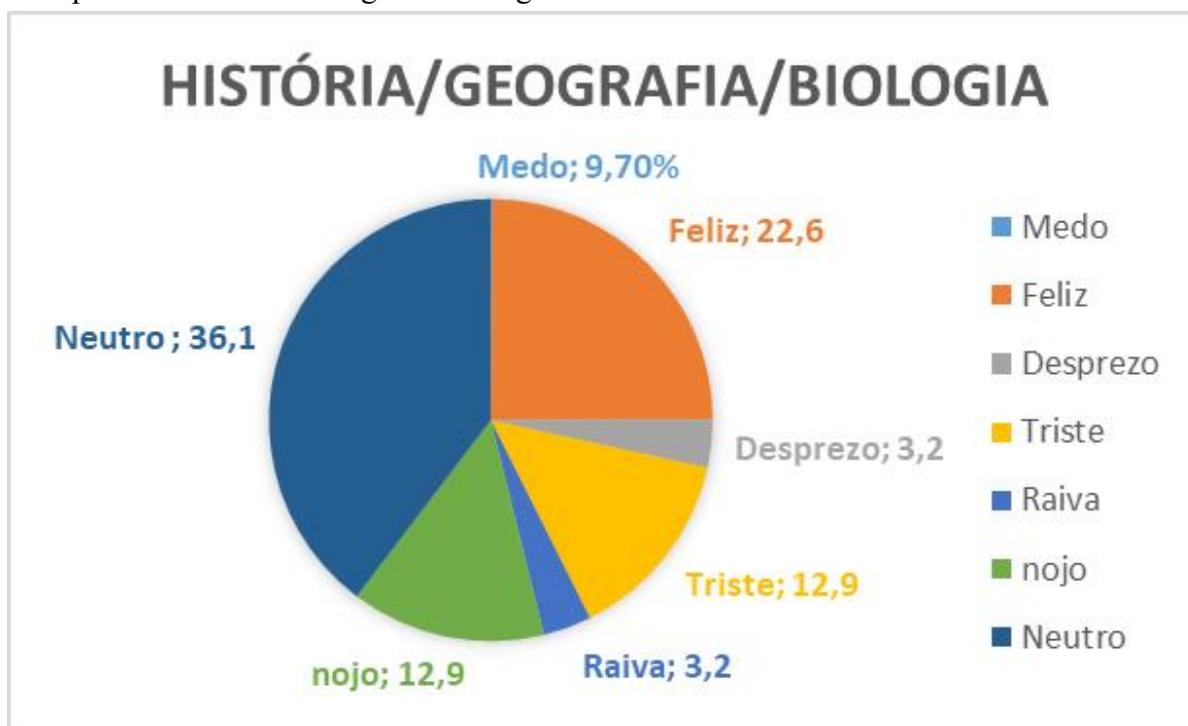
Os resultados do reconhecimento facial a fim de detectar as emoções dos estudantes, quanto às disciplinas de história, geografia e biologia, levaram aos resultados dispostos no Gráfico 5.

Este gráfico confere as expressões faciais capturadas por quantidade de aprendizes, durante as atividades (Simulado preparatório para o vestibular) de história, geografia e biologia realizadas no Tutor Inteligente Mazk. Os resultados desta aplicação têm implicações significativas para a pesquisa educacional e o desenvolvimento de tecnologias educacionais.

A observação das emoções dos alunos destaca a importância de considerar o aspecto emocional no processo de ensino e aprendizado. Além disso, os resultados sugerem que o Mazk pode ser uma ferramenta eficaz para criar um ambiente emocionalmente saudável e motivador, uma vez que foi observado que, além de 36,1% dos aprendizes demonstrarem neutralidade no seu estado emocional, também 22,6% dos aprendizes demonstraram um estado emocional feliz durante o simulado.

Esses resultados indicam que o Tutor Inteligente Mazk tem o potencial de criar um ambiente de aprendizado que inspira positividade e satisfação entre os estudantes. A felicidade demonstrada por essa parcela dos alunos é um indicador de seu nível de engajamento e motivação, elementos fundamentais para o aprendizado eficaz.

Gráfico 5- Variações emocionais registradas por número de estudantes nos simulados das disciplinas de História/Geografia/Biologia.

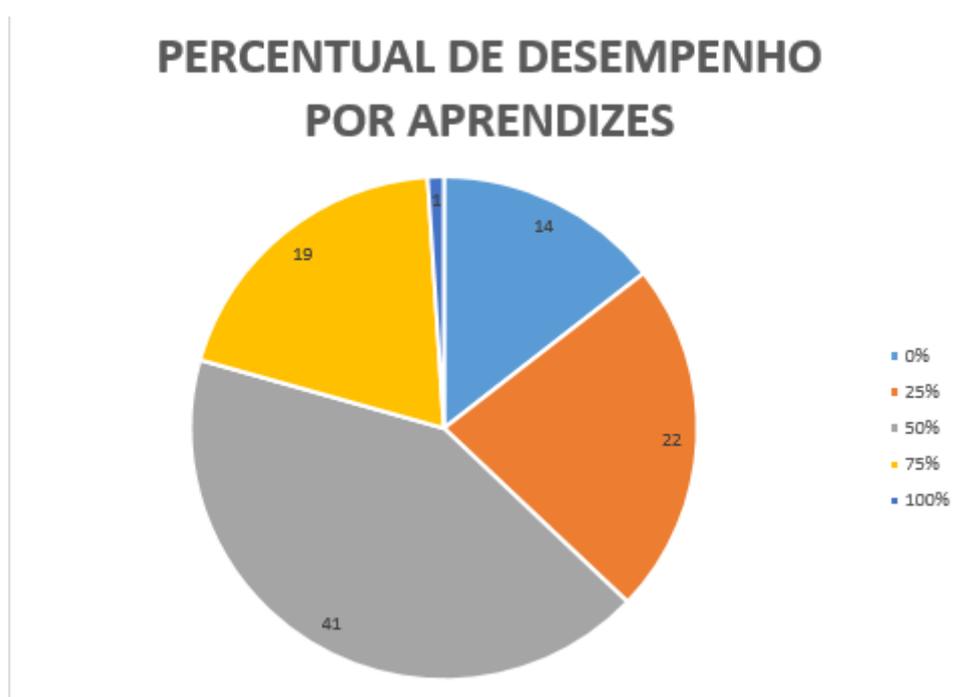


Fonte: autora, 2023.

O Gráfico 6 mostra a porcentagem de respostas corretas obtidas por diferentes grupos de alunos, com base nas suas expressões emocionais durante o simulado. Nesta análise, foi examinado o desempenho de aprendizes em simulados de história, geografia e biologia conduzidos no tutor inteligente MAZK, levando em consideração as expressões emocionais registradas durante a resolução das atividades.

Observou-se que apenas 1 aprendiz apresentou 100% de respostas corretas, indicando um alto nível de conhecimento e confiança deste aluno, nas disciplinas de história, geografia e biologia. Essa alta pontuação pode estar relacionada a um estado emocional positivo durante o teste. Além disso, a distribuição de respostas corretas varia entre os grupos, com a maioria dos alunos alcançando notas entre 25% e 75%. Isso sugere uma gama de níveis de proficiência e envolvimento emocional durante o simulado.

Gráfico 6- Análise do Desempenho dos Aprendizes nos Simulados de História, Geografia e Biologia em Relação às Expressões Emocionais.



Fonte: autora, 2023.

Para tanto, os alunos que demonstraram uma expressão emocional mais positiva, como alegria e confiança, tendem a ter melhor desempenho, enquanto aqueles com expressões emocionais negativas, como frustração ou ansiedade, podem ter obtido notas mais baixas.

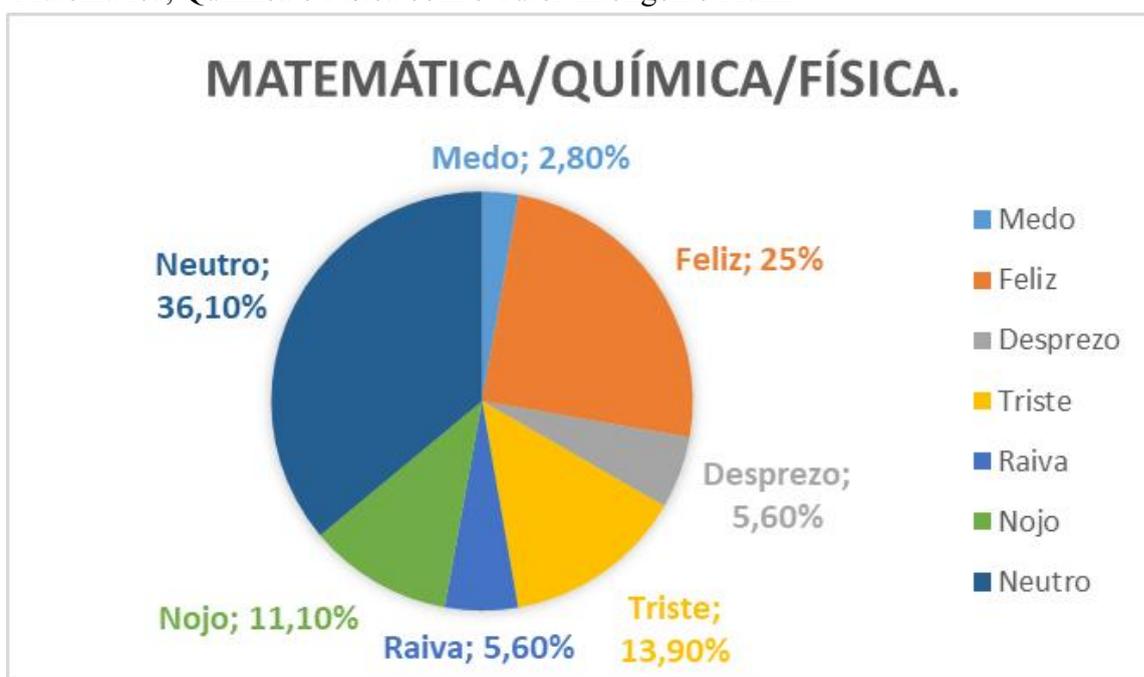
Essas descobertas ressaltam a importância de considerar não apenas o conhecimento acadêmico, mas também o estado emocional dos aprendizes ao avaliar seu

desempenho. O uso da captura de expressões faciais permite insights valiosos sobre como as emoções impactam o aprendizado e o sucesso em simulados.

5.2.3 Matemática, Química e Física

O Gráfico 7 exibe as expressões faciais capturadas de um grupo de aprendizes durante atividades de simulação preparatória para o vestibular nas disciplinas de matemática, química e física, realizadas com o auxílio do Tutor Inteligente Mazk. As expressões emocionais capturadas por meio da leitura facial dos alunos foram classificadas nas seguintes categorias: Neutro: 36,10%, Feliz: 25%, Triste: 13,90%, Nojo: 11,10%, Surpresa: 5,60%, Desprezo: 5,60% e Medo: 2,8%.

Gráfico 7- Análise das Expressões Faciais por quantidade de alunos, durante simulados de Matemática, Química e Física com o Tutor Inteligente Mazk



Fonte: autora, 2023.

Os resultados mostram que a maioria dos alunos (36,10%) permaneceu em um estado emocional neutro durante os simulados, indicando uma resposta emocional equilibrada em relação às disciplinas de matemática, química e física. Além disso, um quarto dos alunos (25%) demonstrou um estado emocional feliz, sugerindo que uma parcela significativa deles está motivada e envolvida no processo de aprendizado.

As expressões de nojo, tristeza e desprezo, embora menos aparentes, mostram que alguns alunos podem estar enfrentando desafios emocionais e dificuldades nas disciplinas ou

com o ambiente de aprendizado. Isso destaca a importância de identificar e apoiar os alunos que experimentam emoções negativas para melhorar seu bem-estar e desempenho.

A porcentagem de alunos demonstrando medo (2,8%) é baixa, o que pode ser considerado positivo. No entanto, ainda é fundamental monitorar e apoiar os alunos que vivenciam medo, pois essa emoção pode afetar significativamente o desempenho acadêmico.

No que diz respeito ao desempenho dos aprendizes, o Gráfico 8 mostra o percentual de acertos obtidos por um grupo de aprendizes durante atividades de simulação preparatória para o vestibular nas disciplinas de matemática, química e física, conduzidas por meio do Tutor Inteligente Mazk.

Com uma distribuição dos resultados, da seguinte forma: 1 aluno com 100% de acertos, 7 alunos com 57% de acertos, 7 alunos com 71% de acertos, 2 alunos com 86% de acertos, 9 alunos com 0% de acertos, 20 alunos com 14% de acertos, 25 alunos com 29% de acertos, 20 alunos com 43% de acertos, 20 alunos com 43% de acertos.

Gráfico 8 - Análise do Desempenho dos Aprendizes em Simulados de Matemática, Química e Física com o Monitoramento de Estados Emocionais



Fonte: autora, 2023.

Constatou-se que o desempenho dos alunos varia significativamente, com um aluno atingindo 100% de acertos, indicando proficiência nas disciplinas, enquanto outros alunos tiveram desempenho notavelmente inferior.

Sendo que uma parcela considerável dos alunos obteve resultados na faixa de 14% a 43% de acertos, o que pode ser considerado um desempenho mediano. Isso sugere que esses alunos têm potencial para melhorar seus resultados com intervenções educacionais adequadas.

Ainda, a presença de alunos com 0% de acertos indica que há estudantes que podem estar enfrentando dificuldades significativas nas disciplinas ou no formato do simulado, uma vez que os aprendizes normalmente não realizam atividades usando Smartphone ou tablets no Brasil.

Acredita-se que a variação no desempenho pode ser atribuída a diferenças individuais, como níveis de preparação prévia, interesse nas matérias e habilidades de estudo.

A qualidade da abordagem de ensino e a eficácia das estratégias pedagógicas podem influenciar no desempenho dos alunos. A adaptação de métodos de ensino pode beneficiar os alunos que estão resistindo.

Alunos com desempenho abaixo da média podem se beneficiar de suporte individualizado, como tutoria ou recursos adicionais de aprendizado.

Assim, a ligação entre os estados emocionais e o desempenho acadêmico merece investigação. Alunos que demonstraram emoções negativas podem precisar de apoio emocional adicional para melhorar seu desempenho. Portanto, a análise desses dados pode ser usada para fornecer feedback mais construtivo aos alunos, direcionando-os para áreas específicas que precisam de melhoria.

Em resumo, a análise do desempenho dos alunos em conjunto com o monitoramento dos estados emocionais fornece insights valiosos como: Identificação de dificuldades individuais, adaptação de estratégias de ensino, *feedback* construtivo, aprimoramento da personalização do aprendizado, identificação de estilos de aprendizado, prevenção de evasão escolar, inovação curricular para adaptar e melhorar os métodos de ensino. As hipóteses levantadas destacam a importância de uma abordagem individualizada e do apoio emocional para maximizar o sucesso dos alunos.

Dito isto, levantam-se algumas hipóteses, como a variação nas expressões emocionais pode estar relacionada às diferenças individuais dos alunos, como níveis de preparação, autoestima, confiança e experiências prévias nas disciplinas.

Ainda, a forma como as atividades são ministradas e a abordagem pedagógica podem influenciar as expressões emocionais dos alunos. Mudanças na metodologia de ensino podem ser exploradas para promover um ambiente de aprendizado mais positivo e engajador.

No entanto, para alunos que experimentam emoções negativas, como tristeza, nojo ou medo, é importante oferecer suporte emocional e psicológico para melhorar seu bem-estar e desempenho acadêmico.

A análise das expressões faciais pode ser usada para aprimorar a entrega de feedback e avaliações, garantindo que sejam construtivas e promovam um ambiente de aprendizado mais positivo.

Assim, as expressões faciais dos alunos durante os simulados podem oferecer uma visão valiosa sobre seu envolvimento emocional e seu desempenho acadêmico. As hipóteses levantadas indicam áreas que podem ser exploradas para otimizar o ambiente de aprendizado e garantir que todos os alunos tenham a oportunidade de alcançar seu potencial máximo.

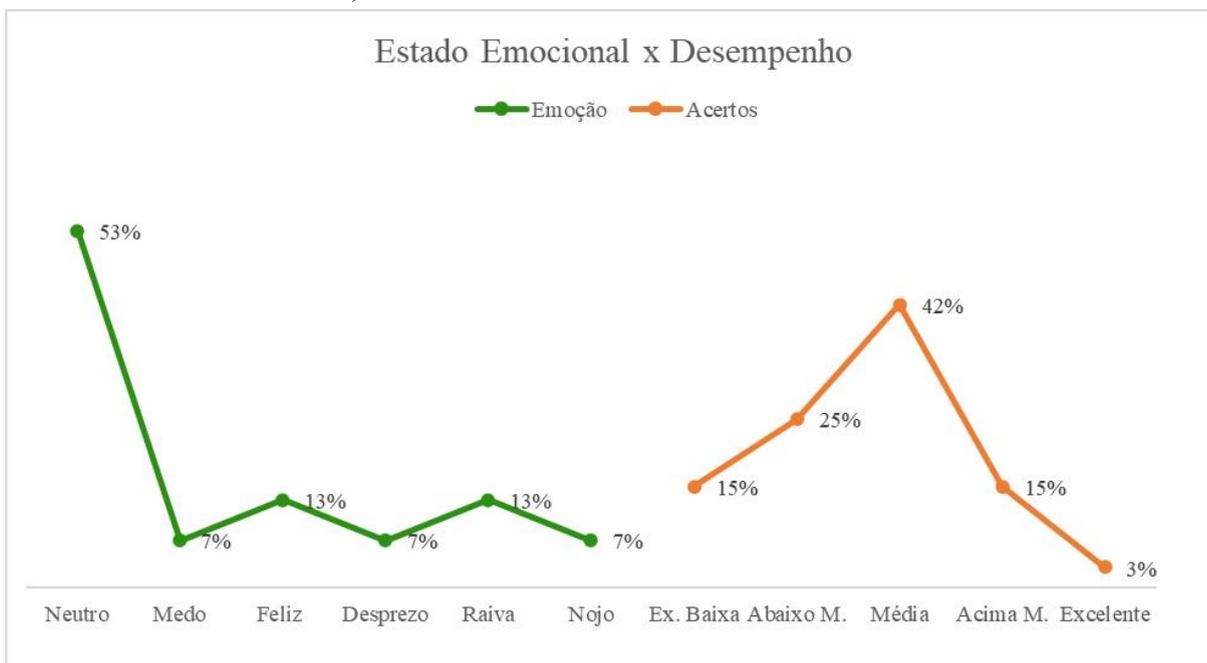
5.3 ANÁLISE COMPARATIVA POR DISCIPLINA

As informações apresentadas no Gráfico 9 oferecem uma visão esclarecedora sobre a relação entre as emoções dos alunos e seus desempenhos acadêmicos em um ambiente educacional mediado pelo Tutor Inteligente Mazk. A abordagem metodológica trouxe uma amostra significativa de alunos, destacando uma predominância de estados emocionais neutros durante a realização do simulado.

Os resultados revelaram uma contrapartida intrigante: embora a neutralidade emocional fosse a expressão dominante, 60% dos alunos obtiveram acertos consistentes, gerando desempenho de Médio à Excelente nas questões propostas.

O aspecto que chama mais atenção dessa análise é a desconexão aparente entre a neutralidade emocional e os desempenhos acadêmicos. Tradicionalmente, a neutralidade é muitas vezes associada a um possível desinteresse ou falta de engajamento. No entanto, neste contexto específico, a neutralidade emocional não parece ser indicativa de uma falta de envolvimento intelectual.

Gráfico 9- Análise Comparativa de Língua Portuguesa entre o desempenho e o estado emocional dos aprendizes (Ex. Baixo= extremamente baixo; Abaixo M.= Abaixo da Média; Acima M= acima da média)



Fonte: autora, 2023

Uma possível interpretação é que os alunos tenham desenvolvido estratégias eficazes de enfrentamento. A habilidade de abordar as questões de maneira objetiva e focada, mesmo em um estado emocional neutro, sugere uma capacidade adaptativa notável. Isso pode indicar que pode ocorrer diferentes estilos de aprendizado, e alguns indivíduos simplesmente não expressam suas emoções de maneira extrovertida, mesmo quando estão satisfeitos com seus resultados.

Nas informações do Gráfico 10, é possível observar que as respostas emocionais dos alunos durante a realização de um simulado abrangendo as disciplinas de Geografia, História e Biologia se relacionam com o desempenho obtido durante a atividade. Os resultados revelaram que 36,1% dos alunos manifestaram uma resposta emocional caracterizada por neutralidade. Esse achado sugere que uma parcela significativa dos participantes adotou uma postura emocionalmente equilibrada ou pragmática em relação ao simulado. Em contraste, 22,6% dos alunos expressaram sentimentos de felicidade durante a realização da avaliação, indicando uma experiência emocional positiva associada ao teste.

Gráfico 10 - Análise Comparativa de História, Geografia e Biologia entre o desempenho e o estado emocional dos aprendizes (Ex. Baixo= extremamente baixo; Abaixo M.= Abaixo da Média; Acima M= acima da média)

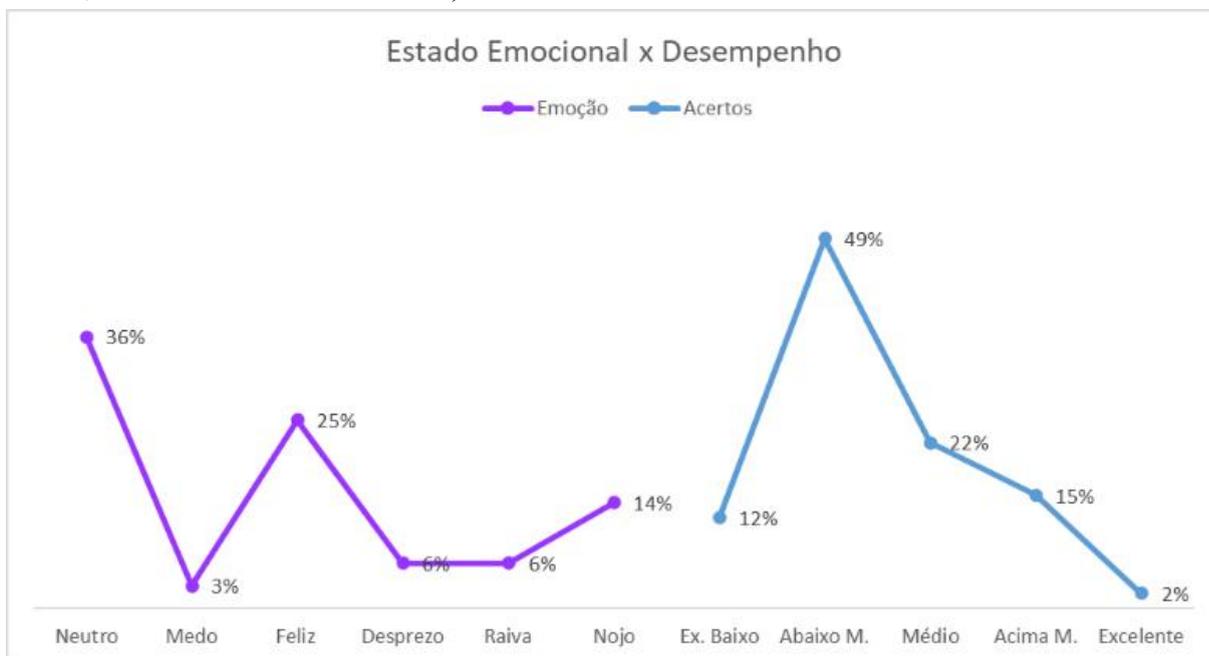


Fonte: autora, 2023.

Ao examinar o desempenho acadêmico, constatamos que 41 (43%) aprendizes obtiveram aproveitamento médio, evidenciando um nível básico de proficiência nas disciplinas abordadas. Outros 20% dos alunos alcançaram uma pontuação mais elevada, com avaliação considerada acima da média, sugerindo um entendimento mais aprofundado dos tópicos. Notavelmente, um único aprendiz (1%) se destacou ao atingir 100% (Excelente) de aproveitamento, indicando um domínio excepcional dos conteúdos avaliados.

A relação entre as respostas emocionais e o desempenho acadêmico destaca nuances importantes no comportamento dos alunos. A neutralidade emocional pode indicar uma abordagem mais objetiva e centrada na tarefa, enquanto a felicidade pode estar correlacionada a uma experiência mais positiva durante o teste, este caso mostra que além das emoções de neutralidade (36%) e felicidade (23%) que foram identificadas durante o simulado interdisciplinar, é crucial reconhecer a presença e a relevância de outros estados emocionais na dinâmica acadêmica. Destacando que emoções como raiva, tristeza, nojo, medo e desprezo também fizeram parte da experiência dos 61% dos alunos que alcançaram um desempenho Médio ou mais no simulado.

Gráfico 11 - Análise Comparativa de Matemática, Química e Física entre o desempenho e o estado emocional dos aprendizes (Ex. Baixo= extremamente baixo; Abaixo M.= Abaixo da Média; Acima M= acima da média)



Fonte: autora, 2023.

Embora o gráfico de desempenho em matemática (Gráfico 11) revele índices mais elevados de estados emocionais neutros e felizes, a análise comparativa com o gráfico correspondente à disciplina de Matemática, Química e Física revela variações significativas tanto em termos emocionais quanto de rendimento. Notavelmente, apenas um estudante alcançou a excelência quanto aos acertos, enquanto 15% atingiram acertos considerados acima da média e outros 22% obtiveram desempenho médio no simulado, indicando uma diversidade considerável nos resultados e um desempenho abaixo do esperado pela maioria dos aprendizes.

Analisando isoladamente as emoções manifestadas, tendem a ser neutras, mas se considerarmos que sua valência pode ser positiva ou negativa, dependendo da combinação com outros sentimentos, pode-se entender que a neutralidade e felicidade manifestadas pelos alunos nesta disciplina podem estar associadas a sentimentos que variam conforme a afinidade que o aprendiz possui pela disciplina. Esses sentimentos podem estar ligados a algum outro estado emocional durante as atividades propostas como apatia, medo ou nojo, que pode ter influenciando diretamente na habilidade dos estudantes em realizar as tarefas propostas.

Concluindo este capítulo, fica evidente que a aplicação das atividades mediadas pelo tutor inteligente MAZK oferece uma abordagem promissora para entender as emoções manifestadas pelos aprendizes durante as atividades.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema educacional está em constante evolução, procurando sempre aprimorar seus métodos. Essa busca é o que motiva a produção de estudos. As emoções adquiridas através de um sistema inteligente com reconhecimento facial foi considerada significativa, tanto no âmbito computacional, tecnológico, quanto no sistema de ensino e aprendizagem.

Do ponto de vista computacional, acredita-se que a tecnologia existe e deve ser aproveitada em diversas áreas, neste caso, na educação. A captura de imagens da face proporciona não somente a imagem facial de um ser humano ou os traços genéticos do mesmo, por exemplo, essa tecnologia permite a captura de expressões faciais, por meio do reconhecimento facial.

Quanto à visão educacional, sugere-se que o reconhecimento facial permite ao educador avaliar a qualidade do ensino, bem como identificar quais alunos em específico estão apresentando dificuldades no aprendizado, e em quais aspectos ele pode movimentar para que possa auxiliar seu aluno a melhorar sua compreensão de conteúdos.

Quando se trata do aprendizado, é benéfico aos alunos, porque propicia sua avaliação do aprendizado e, conseqüentemente, leva o professor a entender em qual enfoque é necessário se atentar. Ainda, em qual área, ou seja, em qual disciplina ou assunto, o aluno está com dificuldade de compreensão, para que possa aprimorar esse conhecimento. Ou ainda, qual é a sua aptidão dentro de tantos conhecimentos existentes, o que o mesmo apresenta satisfação em conhecer e estudar com mais ênfase.

No que diz respeito às instituições de ensino, essas tecnologias oportunizam a melhoria na qualidade de ensino em geral, de maneira que todos os educadores tenham métodos de ensino e avaliação vantajosos nas escolas.

Ainda, em uma perspectiva psicológica, as emoções podem significar várias situações, gerando, assim, uma análise do ponto de vista psicológico de cada aluno em classe, considerando que alguns alunos apresentam dificuldades no aprendizado por vivenciarem eventualmente algum dano psicológico, seja no ambiente familiar, escolar, ou em outro lugar no seu dia a dia.

O MAZK em específico além de ser um tutor inteligente que gera ganhos na educação, não apenas com relação a sua estratégia facilitada, mas também pode ser útil quanto a avaliação do desempenho dos estudantes.

Sugerem-se, então, alguns estudos futuros focados em expandir e aprofundar as aplicações da abordagem educacional utilizada. Dentre as possíveis direções para pesquisas subsequentes, destaca-se a implementação em níveis de ensino distintos, indo além do escopo do ensino médio.

Uma abordagem interdisciplinar que explore a adaptação da metodologia para outros níveis de ensino, como fundamental ou superior, proporcionaria uma compreensão mais abrangente de sua eficácia e versatilidade pedagógica.

Outro ponto relevante, seria a realização de estudos futuros com o intuito de aprofundar as aplicações da abordagem educacional utilizada, especialmente no que diz respeito à frequência das intervenções. Uma análise sobre os impactos decorrentes do aumento na frequência das intervenções poderia proporcionar *insights* valiosos sobre a eficácia e a adaptabilidade dessa abordagem.

Além disso, sugere-se a experimentação da mesma metodologia por meio de outros tutores inteligentes, visando a avaliar a consistência e a replicabilidade dos resultados obtidos. A diversificação dos agentes de tutoria inteligente pode revelar nuances na adaptação da abordagem a diferentes estilos de aprendizagem e contextos educacionais.

Uma abordagem de pesquisa que merece atenção é a realização da experiência em grupos de alunos, em contraste com a abordagem individual adotada na presente pesquisa. Ou seja, investigar os efeitos da metodologia em contextos grupais pode fornecer *insights* fundamentais sobre a dinâmica social e colaborativa no processo de aprendizagem.

Em suma, sugere-se, em estudos futuros, a exploração da aplicação da metodologia em diferentes contextos educacionais, com um número mais expressivo de participantes e por meio de diversos agentes de tutoria inteligente. A diversificação desses elementos contribuirá para uma compreensão mais abrangente e refinada dos impactos e potenciais benefícios dessa abordagem inovadora.

6.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A interseção entre o desempenho acadêmico e o estado emocional dos aprendizes constitui um campo de pesquisa fundamental, baseado na compreensão mais profunda das complexidades da experiência educacional. Esta seção busca explorar as hipóteses inerentes à relação entre o desempenho dos aprendizes e suas emoções, destacando a influência recíproca desses dois elementos fundamentais. Ao adentrarmos nessa análise, procura-se não apenas

identificar padrões e correlações, mas também discernir como as emoções podem servir como indicadores significativos, moldando o cenário educacional de maneiras antes não totalmente compreendidas.

- Análise 1: Considerando a relação entre notas baixas e o estado emocional dos aprendizes, formula-se a hipótese de que a obtenção de notas abaixo da média pode estar associada a uma manifestação mais pronunciada de emoções negativas. Supõe-se que o desempenho acadêmico aquém das expectativas pode desencadear sentimento de frustração, desânimo e possivelmente ansiedade nos estudantes. Esta pesquisa empenha-se em validar essa hipótese, investigando se há uma correlação significativa entre as notas baixas e a expressão de emoções negativas dos aprendizes, contribuindo, assim, para uma compreensão mais aprofundada das interações entre o desempenho acadêmico e o bem-estar emocional;
- Análise 2: Supõe-se que há uma correlação positiva entre o desempenho acadêmico dos aprendizes e a manifestação de emoções positivas durante o processo de aprendizado. Em outras palavras, espera-se que alunos que expressam emoções mais positivas atinjam um desempenho mais elevado em comparação com aqueles que manifestam emoções negativas;
- Análise 3: Formula-se a hipótese de que, em disciplinas nas quais os aprendizes manifestam emoções semelhantes, as notas obtidas tendem a ser mais parecidas entre si. Essa suposição baseia-se na ideia de que o estado emocional dos estudantes pode influenciar positivamente ou negativamente o desempenho escolar e disciplinas associadas a emoções semelhantes podem propiciar um ambiente favorável para um desempenho mais homogêneo;
- Análise 4: Explorando a ideia de que a variabilidade emocional dos aprendizes está associada à variação no desempenho acadêmico, postula-se que estudantes que experimentam uma ampla gama de emoções ao longo do tempo podem apresentar um desempenho mais inconsistente quando comparados com aqueles que mantêm uma estabilidade emocional;
- Análise 5: Há a possibilidade de que certos padrões emocionais, como altos níveis de ansiedade, estejam inversamente relacionados ao desempenho

acadêmico. A hipótese explora a ideia de que emoções específicas podem servir como preditores de desafios ou sucessos no contexto educacional;

- Análise 6: Examinando a conexão entre a intensidade emocional dos aprendizes e seu desempenho durante períodos específicos, como avaliações ou testes de conhecimento, formula-se a hipótese de que está diretamente relacionada ao desempenho nesses momentos. Acredita-se que picos de emoções, sejam positivos ou negativos, possam influenciar significativamente o desempenho acadêmico;
- Análise 7: Investigando as nuances envolvidas na captura das emoções, cogita-se a hipótese de que a presença generalizada de máscaras, impulsionada pela pandemia, representa um desafio significativo na detecção e interpretação precisa das expressões faciais. Supõe-se que o uso generalizado de máscaras possa obstruir a visibilidade de partes essenciais do rosto, limitando a capacidade dos sistemas de captura de emoções em identificar nuances sutis e, portanto, gerando dificuldades adicionais na análise precisa das expressões emocionais. Esta hipótese visa destacar a relevância do contexto da pandemia como uma variável significativa nas dificuldades encontradas na captura das emoções;
- Análise 8: Considerando a precariedade do sinal de internet, concebe-se a hipótese de que a qualidade inadequada da conexão pode impactar negativamente na eficácia da captura de emoções por meio da leitura facial. Supõe-se que a instabilidade do sinal pode resultar em atrasos ou perda de dados, comprometendo a precisão na interpretação das expressões faciais dos indivíduos. Esta hipótese busca investigar se a precariedade do sinal de internet está associada a uma redução na confiabilidade e na consistência dos resultados obtidos pela tecnologia de reconhecimento facial, destacando a importância da infraestrutura de comunicação na aplicação dessas técnicas em ambientes educacionais.
- Análise 9: Tendo em vista a limitada familiaridade de estudantes com recursos de reconhecimento facial, postula-se a hipótese de que a inexperiência pode influenciar a precisão e a compreensão das expressões faciais capturadas. Supõe-se que, devido à falta de familiaridade, os aprendizes podem expressar emoções mais negativas, como medo, ao interagirem com tecnologias de

leitura facial. Esta hipótese procura investigar se a escassa familiaridade dos aprendizes com o reconhecimento facial está associado a uma maior manifestação de emoções negativas, especialmente o medo, destacando a importância de considerar o impacto psicológico da introdução dessas tecnologias na educação;

- Análise 10: Considerando que o *ranking* abrange todas as emoções básicas durante a aplicação, levanta-se a hipótese de que, apesar da diversidade emocional manifestada pelos estudantes, a emoção neutra destacou-se de maneira proeminente em todas as disciplinas. Embora as emoções variem, a tendência geral seja a predominância de estados emocionais neutros durante o período de aplicação, a manifestação de neutralidade emocional não indica necessariamente positividade ou negatividade, pois houve variação significativa nos desempenhos acadêmicos. Estima-se que a neutralidade emocional não seja um indicador direto de sucesso ou fracasso acadêmico, e que outros fatores possam influenciar a relação entre as emoções expressas e o desempenho dos alunos.

REFERÊNCIAS

- ALBAWI, S.; MOHAMMED, T. A.; AL-ZAWI, S. Understanding of a convolutional neural network. **In:** International Conference on Engineering and Technology (ICET), IEEE Xplore, Turkey, 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8308186>. Acesso em: 23 Ago 2023.
- ALMEIDA, R. R. de. **A prosódia da expressividade facial das emoções de crianças com Síndrome de Down no Município de Abaetetuba**. 2018. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Pará, Curso de Letras em Língua Portuguesa, Abaetetuba, 2018. Disponível em: https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/bitstream/prefix/1076/1/TCC_ProstodiaExpressividadeFacial.pdf. Acesso em: 4 Out 2023.
- ANDERSON, J. M. et al. **Autonomous Vehicle Technology: A guide for Policymakers**. California: Rand Corporation, 2016. Disponível em: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html. Acesso em: 3 Ago 2023.
- BAKER, T.; SMITH, L.; ANISSA, N. **Educ-AI-tion Rebooted?** Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. Inglaterra: Nesta, 2019. 56p. Disponível em: https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf. Acesso em: 9 Ago 2023.
- BATISTA, A. F. S. **EMOVERE: Como podemos usar as emoções e a computação afetiva no design de um jogo**. 2019. 238f. Dissertação de Mestrado em Design de Comunicação e Novos Media. Faculdade de Belas Artes, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/44270>. Acesso em: 4 Ago 2023.
- BEZERRA, J. S. et al. **Introdução à computação afetiva**. São Cristóvão: UFS, Almanaque para popularização da ciência da computação, Série 4, Computação afetiva, v. 2 , 2016. 36p. Disponível em: <https://almanaquesdacomputacao.com.br/gutanunes/publications/S4V2.pdf>. Acesso em: 18 Ago 2023.
- BITTENCOURT, W. N. **A utilização do Tutor Inteligente MAZK no processo de Ensino-Aprendizagem**. 2018, 125f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC), Araranguá, 2018.
- BOULAY, B. du. Inteligência Artificial na Educação e Ética. **Revista de Educação a Distância e Elearning**, v. 6, n. 1, 2023. 17p. Disponível em: https://revistas.rcaap.pt/lead_read/article/view/32242/22668. Acesso em? 26 Ago 2023.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Lei nº 9.394/96 de 20**

de Dezembro de 1996.

BRINGULA, R. et al. Mathematics self-concept and challenges of learners in an online learning environment during COVID-19 pandemic. **Smart Learning Environments**, Filipinas, v. 8, n. 22, 2021. 23p. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8520328/>. Acesso em: 6 Mai 2023.

BROWN, A. et al. Personalização do Ensino com Base no Reconhecimento Facial. **Journal of Educational Technology**, [s.l], v. 24, n. 4, p. 315-330, 2021.

BUOLAMWINI, J. **Facial recognition software is biased towards white men, researcher finds**. [s.l]: MIT Media Labs, 2020.

CAMADA, M. Y. O.; DURÃES, G. M. Ensino da Inteligência Artificial na Educação Básica: um novo horizonte para as pesquisas brasileiras. **In: IX Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE**, Bahia, p. 1553-1562, 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12911/12765>. Acesso em: 12 Jun 2023.

CANAL, F. Z. et al. MAZK: Desenvolvimento de um Ambiente Inteligente de Aprendizagem. **In: COMPUTER ON THE BEACH**, 9, 2018, Florianópolis, SC. Anais [...]. Florianópolis, SC, [s.n], 2018.

CANAL, F. Z. **Reconhecimento de Expressão Faciais Baseado em Redes Neurais Convulsionais para Aplicação no Sistema Tutor Inteligente MAZK 2021**. 2021. 32p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) da Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/223660/Tcc_FelipeZagoCanal.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 22 Ago 2023.

CARIDAKIS, G.; ASTERIADIS, S.; KARPOUZIS, K. Non-manual cues in automatic sign language recognition. **In: Proceedings of the 4th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments (PETRA '11)**. ACM, New York, NY, USA, 2011. 4p.

CASTELLANO, G.; CAROLIS, B.; MACCHIARULO, N. Reconhecimento automático de emoções de expressões faciais quando usando uma máscara. **In: 14ª Conferência Bianual da SIGCHI Italiana, CHIItaly**, Itália, 2021. 5p.

CHOLLET, F. **Deep Learning with Python**. [s.l]: Manning Publications, 2018. Disponível em: [http://silverio.net.br/heitor/disciplinas/eeica/papers/Livros/\[Chollet\]-Deep_Learning_with_Python.pdf](http://silverio.net.br/heitor/disciplinas/eeica/papers/Livros/[Chollet]-Deep_Learning_with_Python.pdf). Acesso em: 6 Ago 2023.

CRUZ, A. A. da. **Uma abordagem para reconhecimento de emoção por expressão facial baseada em redes neurais de convolução**. 2019. 120f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/7320/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o_AndersonCruz_PPGI.pdf. Acesso em: 11 Jul 2023.

D'MELLO, S. et al. Confusion can be beneficial for learning. **Science Direct**, v. 29, p. 153-170,

DAMÁSIO, A. **O Mistério da Consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si**. Tradução: Laura Teixeira Motta. São Paulo: Cia das Letras, 2000.

DARWIN, C. **The Expression of the Emotions in Man and Animals**. Chicago: University of Chicago, 1965.

DESJARLAIS, M. The socially poor get richer, the rich get poorer: The effect of online self-disclosure on social connectedness and well-being is conditional on social anxiety and audience size. **Cyberpsychology - Journal of Psychosocial Research on Cyberspace**, v. 16, n. 4, 2022. Disponível em: <https://cyberpsychology.eu/article/view/14059>. Acesso em: 15 Ago 2023.

EKMAN, P. **A linguagem das emoções: Revolucionando sua comunicação e seus relacionamentos reconhecendo todas as expressões das pessoas ao redor**. Tradução Carlos Szlak. São Paulo: Lua de Papel, 2011. Disponível em: https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/3731743/mod_resource/content/3/Paul%20Ekman%20-%20A%20Linguagem%20das%20Emoc%CC%A7o%CC%83es%20-%20Capi%CC%81tulos%201%20a%204.pdf. Acesso em: 22 Out 2023.

EKMAN, P. Basic Emotions. **In: DALGLEISH, T.; POWER, M. (Ed.). The Handbook of Cognition and Emotion**. Sussex: John Wiley & Sons, p.45-60, 1999.

EKMAN, P.; DAVIDSON, R. J. **The Nature of Emotion**. California: Oxford University Press, 512p, 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GALAFASSI, C. et al. **EvoLogic: Sistema Tutor Inteligente para Ensino de Lógica**. In: Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH), 47. 2020. p.222-233. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 222-233.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GINO, G. Expressões Faciais e Predição de Emoções utilizando Deep Learning. YouTube, 1 Dez 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fFOldbHtHQU>.

GONÇALVES, M. O. S.; FRIEDMANN, C. V. P.; PUGGIAN, C. Uma Experiência de Avaliação e de Aprendizagem em Matemática com Estudantes da Educação de Jovens e Adultos no Ensino Médio Regular Noturno. **Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 14, 2013. p.158-170. Disponível em: <https://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/view/126>. Acesso em: 15 Out 2023.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep Learning**. Cambridge: MIT Press, 2019. 802p.

GRAESSER, A. C.; CONLEY, M. W.; OLNEY, A. 2012. Intelligent tutoring systems. **In:** K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, A. G. Bus, S. Major, & H. L. Swanson (Orgs.), *APA educational psychology handbook, Vol 3: Application to learning and teaching*. (p. 451–473). American Psychological Association.

GREIPL, S.; BERNECKER, K.; NINAUS, M. Facial and bodily expressions of emotional engagement: How dynamic measures reflect the use of game elements and subjective experience of emotions and effort. **In:** *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, v. 5, n. CHI PLAY, p. 1-25, 2021. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3474667>. Acesso em: 07 Out 2023.

HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R.; FRIEDMAN, J. **The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction**. 2 ed. Stanford: Springer, 2009. 745p.

HWANG, G. J. A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems. *Computers & Education*. **Elsevier**, [s.l.], v. 40, i. 3, 2003. p. 217-235.

JACQUES, P. A. et al. Computação afetiva aplicada à educação: Dotando sistemas tutores inteligentes de habilidades sociais. **Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação**, p. 50-59, 2012.

JACQUES, P. A.; NUNES, M. A. S. N. Computação Afetiva aplicada à Educação. **In:** SAMPAIO, F. F.; PIMENTEL, M.; SANTOS, E. O. *Informática na Educação: games, inteligência artificial, realidade virtual/aumentada e computação ubíqua*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021.

JIANG, H.; SERPELL, Z.; WHITEHILL, J. **Measuring the Effect of ITS Feedback Messages and Students' Emotions**. United States: CEUR-WS, v. 2902, 2021. Disponível em: <https://ceur-ws.org/Vol-2902/paper1.pdf>. Acesso em: 5 Jul 2023.

JOHNSON, M. Reconhecimento facial para autenticação e comércio. **Internacional Journal of E-Commerce**, [s.l], v. 15, n.2, 2018.

JUNIOR VARGAS, E. C. **Aprendizado de Máquina. Santa Catarina**: Universidade Federal de Santa Catarina, 2020. 164p. Disponível em:
<https://geam.paginas.ufsc.br/files/2020/02/intro.pdf>. Acesso em: 15 Out 2023.

KLARE, B. F. et al. Face Recognition Performance: Role of Demographic Information. **Open Biometrics**, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, [s.l], 2012. 14p. Disponível em: <http://openbiometrics.org/publications/klare2012demographics.pdf>. Acesso em: 18 Out 2023.

KITCHECHAM, B. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. Department of Computer Science, Keele, UK, Keele University, 2004. 33p. Disponível em:
<https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>. Acesso em: 22 Jul 2023.

KUMAR, J. A. Educational chatbots for project-based learning: investigating learning outcomes for a team-based design course. **International Journal of Education and Information Technologies**, v. 27, p.7893-7925, 2022.

LE DOUX, J. Emotion: Clues from the Brain. **In**: Annual Review Psychology. 46:209-235, 1995.

LEONG, Fwa Hua. Aprendizagem profunda de embeddings faciais e pontos de referência faciais para a detecção de emoções acadêmicas. **In**: V Conferência Internacional sobre Inovações em Informação e Educação (ICIEI), Londres, p.26-28, 2020.

LLANDA, C. J. R. Sistema de tutoria por vídeo com reconhecimento automático de expressão facial: uma abordagem aprimorada para E-Learning Ambiente. **In**: IV International Conference on Intelligent Information Technology, 2019. p. 5-9. Disponível em:
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3321454.3321462>. Acesso em: 18 Ago 2023.

LUCKESI, C. C. SME em diálogo - Avaliação para a aprendizagem (recurso digital). Prefeitura de São Paulo/SP, 2015. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=OO2YscAwrqg>. Acesso em: 07 Ago 2023.

LUZ, V. V. da; PIOVESAN, S. D.; IRALA, V. B. O uso de computação afetiva em moocs: um mapeamento sistemático. **Revista Desafios**, Tocantins, v. 01, n. 01, p. 236-248, 2023. Disponível em:
<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/13656/21029>. Acesso em: 20 Ago 2023.

LV, X.; SU, M.; WANG, Z. Application of Face Recognition Method Under Deep Learning Algorithm in Embedded Systems. **Science Direct**, China, p. 104034, 2021.

MARCUS, G.; DAVIS, E. **Rebooting AI**. Building Artificial Intelligence We Can Trust. [s.l]: Pantheon, 2019. 288p.

MARTINEZ, A. O Papel do Reconhecimento Facial na Educação: Estudo de Caso em Instituições de Ensino. **Educational Technology Research**, [s.l], v. 19, n. 1, p. 47-62, 2020.

MOHRI, M.; ROSTAMIZADEH, A.; TALWALKAR, A. **Foundations of Machine Learning**. 2 ed. Massachusetts: MIT Press, 2018. 505p. Disponível em: <https://mitpress.ubliish.com/ebook/foundations-of-machine-learning--2-preview/7093/Cover>. Acesso em: 25 Mai 2023.

MOORE, P. Do We Understand the Relationship between Affective Computing, Emotion and Context-Awareness? **Machines**, v. 5, n. 3, p. 16, 2017.

MORAIS, F. et al. Computação Afetiva aplicada à Educação: uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil. **In: VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)**, v. 28, n. 1, p. 163, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Felipe-De-Morais/publication/320993257_Computacao_Afetiva_aplicada_a_Educacao_uma_revisao_sistemica_das_pesquisas_publicadas_no_Brasil/links/5a0b42060f7e9b0cc0254541/Computacao-Afetiva-aplicada-a-Educacao-uma-revisao-sistemica-das-pesquisas-publicadas-no-Brasil.pdf. Acesso em: 14 Out 2023.

MORO, F. F. **Protótipo de um Chatbot para auxiliar o professor na utilização do Sistema Tutor Inteligente MAZK**. 2019, 133f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC) Araranguá, 2019.

MÜLLER, V. C.; BOSTROM, N. **Future Progress in Artificial Intelligence: A Survey of Expert Opinion**. Berlin: Springer, 2020.

MURPHY, K. P. **The Machine Learning: A Probabilistic Perspective**. Massachusetts: Mit Press, 2012. 1104p. Disponível em: http://noiselab.ucsd.edu/ECE228/Murphy_Machine_Learning.pdf. Acesso em: 25 Mai 2023.

NASOZ, F., ALVAREZ, K., LISETTI, C. L., FINKELSTEIN, N. Emotion recognition from physiological signals using wireless sensors for presence technologies. **Cognition, Technology & Work**, v. 6, n.1, p.4-14, 2004.

NILSSON, N. J. **Artificial Intelligence: A New Synthesis**. Índia: Esevier India, 2014.

NUNES, P. T. Finanças Pessoais: Um estudo de caso em uma Instituição Religiosa. **Revista de Administração e Contabilidade da FAT**, v. 3, n. 9, 2018.

PICARD, R. W. **Affective Computing**. Cambridge: MIT Press, 1997.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Editora Global. [s.l]: Pearson, 2018.

SANTOS, J. D. O. **Educação emocional na escola: a emoção na sala de aula**. Salvador: Faculdade Castro Alves, 2000.

SCARDUA, D. A.; MARQUES, K. **Estudo da Identificação de Emoções Através da Inteligência Artificial**. Tese (Graduação em Sistemas de Informação) – Curso de Sistemas de Informação - Universidade Multivix, Cachoeiro de Itapemirim, 2018. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/08/estudo-daidentificacao-de-emocoes-atraves-da-inteligencia-artificial.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2023.

SCHERER, K. R. A cross-cultural investigation of emotion inferences from voice and speech: Implications for speech technology. **Proceedings of ICSLP 2000**, Beijing. p. 379-382, 2000.

SILVA, A. C. C. da. **A relação entre educação emocional e formação humana: Uma análise da percepção dos professores do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco Campus Agreste**. 2021. 118f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) da Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/43231/1/SILVA%2C%20Anna%20Carolliny%20da.pdf>. Acesso em: 21 Jul 2023.

SILVA, F. M. M; SILVA, G. T. F. A influência das emoções no processo de aprendizagem. **Caderno Intersaberes**, Cenários psicopedagógicos - UNINTER, [s.l], v.10, n. 29, 2021. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/2015>. Acesso em: 25 Ago 2023.

SILVA, Viviane Izabel da. **Um modelo para utilização da metodologia ativa aprendizagem baseada em casos no sistema tutor inteligente MAZK**. 2019. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC) Araranguá, 2019.

SINGH, S. A.; MEITEI, T. G; MAJUMDER, S. Deep learning techniques for biomedical and health informatics. **Academic Press**, [s.l], 202. p.141-164.
DeepTOPOL, E. J. **Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again**. [s.l]: Hachette Books, 2019.

SOUZA, R. B. de. **Reconhecimento Facial: Banco de dados não relacionais e NoSQL**. 2022. 31p. Trabalho apresentado à Faculdade da Cidade de Maceió - Ciência da Computação, Maceió, 2022. Disponível em:

<https://www.passeidireto.com/arquivo/123874362/faculdade-da-cidade-de-maceio-18-12-22-1>. Acesso em: 9 Jul 2023.

UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina). **Editais 03/2016/PPGTIC**. Programa de pós-graduação em tecnologias da informação e comunicação. Araranguá: UFSC, 2016.

Disponível em:

https://ppgtic.ufsc.br/files/2016/10/Edital-de-sele%C3%A7%C3%A3o_20171.pdf. Acesso em: 11 Mar 2023.

VAROL, O. et al. **Online Human-Bot Interactions: Detection, Estimation, and Characterization**. United States: [s.n], 2017. Disponível em:

<https://arxiv.org/pdf/1703.03107.pdf>. Acesso em: 3 Ago 2023.

VIGOTSKY, L. S. **Teoría de las emociones: estudio histórico-psicológico**. Madrid: Akal, 2004.

VLACHOSTERGIU, A.; CARIDAKIS, G.; KOLLIAS, S. Investigating context awareness of affective computing systems: a critical approach. **Procedia Computer Science**, v. 39, p. 91-98, 2014.

WANG, Y.; LI, L.; QIAO, Y. Human action recognition with DeepAction Kernel Gaussian Process. **In: International Conference on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM)**, Macau, China, 2016. p. 165-170.

YAMASHITA, R. et al. Convolutional neural networks: an overview and application in radiology. **Insights Imaging**, [s.l], v. 9, 2018. p. 611-629. Disponível em:

<https://insightsimaging.springeropen.com/articles/10.1007/s13244-018-0639-9>. Acesso em: 12 Ago 2023.

YU, H. et al. Convolutional neural networks for medical image analysis: State-of-the-art, comparisons, improvement and perspectives. **Neurocomputing**, v. 444, 2021. p.92-110.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231221001314>. Acesso em: 24 Ago 2023.

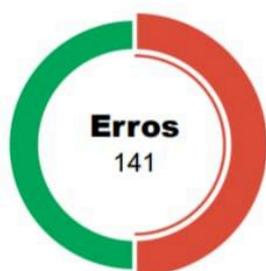
ZANELLA, L. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC/ UAB, 2009. 164p. Disponível em:

http://paginapessoal.utfpr.edu.br/mansano/downloads-para-disciplina-de-metodologia-da-pesquisa-uab/downloads/UAB_Metod_Livro_Base.pdf. Acesso em: 9 Out 2023.

ZHANG, M.; LUNDEBERG, M.; & EBERHARDT, J. Strategic facilitation of problem-based discussion for teacher professional development. **Journal of the Learning Sciences**, v. 20, p. 342–394, 2011.

APÊNDICE A – PERCENTUAL DE ERROS E ACERTOS NAS DISCIPLINAS DE GEOGRAFIA, HISTÓRIA, BIOLOGIA (APLICAÇÃO EM TURVO)

Percentual geral da sala



50 %

Respostas corretas

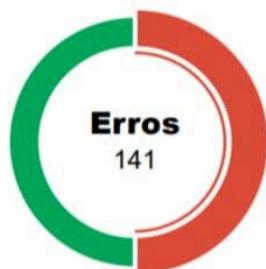
50 %

Respostas erradas

Gerar planilha (<https://mazk.labtec.ufsc.br/room/roomResultsXlsx/113206>)

Percentual por grupo

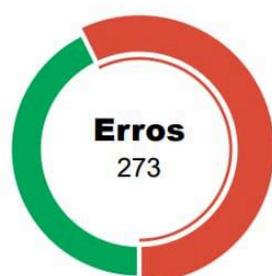
GRUPO 1



#	Nome	Acertos	%	Nota
---	------	---------	---	------

APÊNDICE B – PERCENTUAL DE ERROS E ACERTOS NAS DISCIPLINAS DE MATEMÁTICA, QUÍMICA E FÍSICA (APLICAÇÃO EM TURVO)

Percentual geral da sala



43 %

Respostas corretas

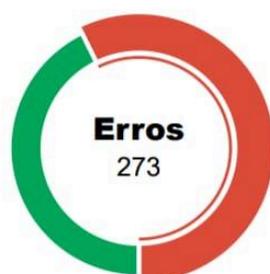
57 %

Respostas erradas

Gerar planilha (<https://mazk.labtec.ufsc.br/room/roomResultsXlsx/113208>)

Percentual por grupo

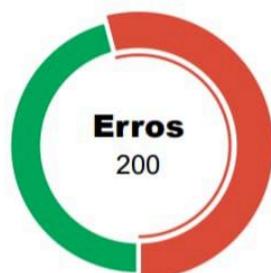
GRUPO 1



#	Nome	Acertos	%	Nota
---	------	---------	---	------

APÊNDICE C – PERCENTUAL DE ERROS E ACERTOS NAS DISCIPLINAS DE GEOGRAFIA, HISTÓRIA, BIOLOGIA (APLICAÇÃO EM ARARANGUÁ)

Percentual geral da sala



46 %

Respostas corretas

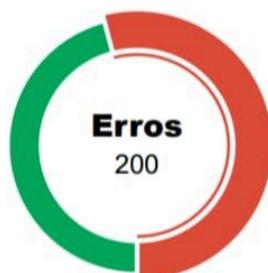
54 %

Respostas erradas

Gerar planilha (<https://mazk.labtec.ufsc.br/room/roomResultsXlsx/113248>)

Percentual por grupo

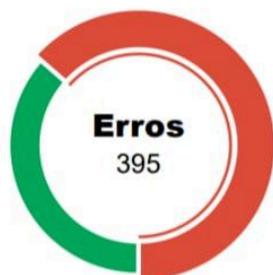
GRUPO 1



#	Nome	Acertos	%	Nota
---	------	---------	---	------

APÊNDICE D – PERCENTUAL DE ERROS E ACERTOS NAS DISCIPLINAS DE MATEMÁTICA, QUÍMICA E FÍSICA (APLICAÇÃO EM ARARANGUÁ)

Percentual geral da sala



36 %

Respostas corretas

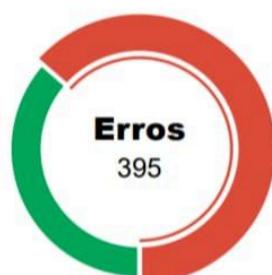
64 %

Respostas erradas

Gerar planilha (<https://mazk.labtec.ufsc.br/room/roomResultsXlsx/113249>)

Percentual por grupo

GRUPO 1



#	Nome	Acertos	%	Nota
---	------	---------	---	------

APÊNDICE E – RELAÇÃO DAS PERGUNTAS DE VESTIBULAR, DO SIMULADO REALIZADO ATRAVÉS DO MAZK (POR DISCIPLINA)

LÍNGUA PORTUGUESA

QUESTÃO 1

Essas moças tinham o vezo de afirmar o contrário do que desejavam. Notei a singularidade quando principiaram a elogiar o meu paletó cor de macaco. Examinavam-no sérias, achavam o pano e os aviamentos de qualidade superior, o feitio admirável. Envaideci-me: nunca havia reparado em tais vantagens. Mas os gabos se prolongaram, trouxeram-me desconfiança. Percebi afinal que elas zombavam e não me susceptibilizei. Longe disso: achei curiosa aquela maneira de falar pelo avesso, diferente das grosserias a que me habituara. Em geral me diziam com franqueza que a roupa não me assentava no corpo, sobrava nos sovacos.

Por meio de recursos linguísticos, os textos mobilizam estratégias para introduzir e retomar ideias, promovendo a progressão do tema. No fragmento transcrito, um novo aspecto do tema é introduzido pela expressão

- “Longe disso”.
- “os gabos”.
- “tais vantagens”.
- “Em geral”.
- “a singularidade”.

QUESTÃO 2

A discussão sobre gramática na classe está “quente”. Será que os brasileiros sabem gramática? A professora de Português propõe para debate o seguinte texto:

PRA MIM BRINCAR

Não há nada mais gostoso do que o mim sujeito de verbo no infinito. Pra mim brincar. As cariocas que não sabem gramática falam assim. Todos os brasileiros deviam de querer falar como as cariocas que não sabem gramática.

-As palavras mais feias da língua portuguesa são quiçá, alhures e miúde.

(BANDEIRA, Manuel. Seleta em prosa e verso. Org: Emanuel de Moraes.
4ª ed. Rio de Janeiro, José Olympio, 1986. Pág. 19)

Com a orientação da professora e após o debate sobre o texto de Manuel Bandeira, os alunos chegaram à seguinte conclusão:

- Manuel Bandeira e os modernistas brasileiros exaltaram em seus textos o primitivismo da nação brasileira.
- a tradição dos valores portugueses foi a pauta temática do movimento modernista.
- apesar de os modernistas registrarem as falas regionais do Brasil, ainda foram preconceituosos em relação às cariocas.
- Manuel Bandeira considera a diversidade dos falares brasileiros uma agressão à Língua Portuguesa.
- uma das propostas mais ousadas do Modernismo foi a busca da identidade do povo brasileiro e o registro, no texto literário, da diversidade das falas brasileiras.

QUESTÃO 3

TEXTO I

Criatividade em publicidade: teorias e reflexões

Resumo: O presente artigo aborda uma questão primordial na publicidade: a criatividade. Apesar de aclamada pelos departamentos de criação das agências, devemos ter a consciência de que nem todo anúncio é, de fato, criativo. A partir do resgate teórico, no qual os conceitos são tratados à luz da publicidade, busca-se estabelecer a compreensão dos temas. Para elucidar tais questões, é analisada uma campanha impressa da marca XXXX. As reflexões apontam que a publicidade criativa é essencialmente simples e apresenta uma releitura do cotidiano.

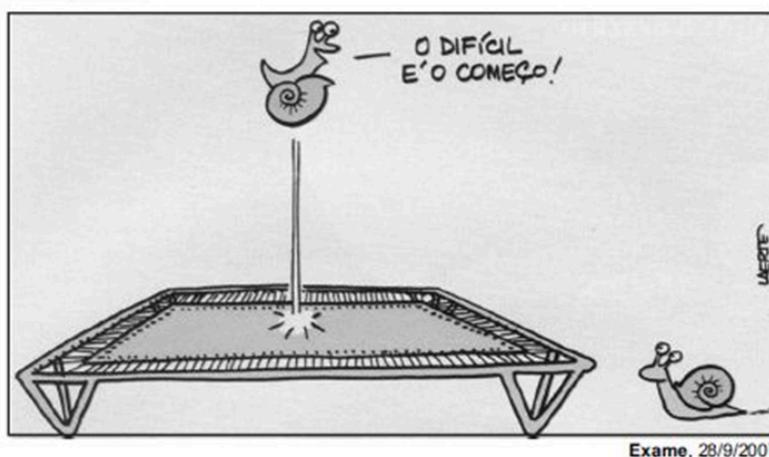
TEXTO II



Os dois textos apresentados versam sobre o tema criatividade. O Texto I é um resumo de caráter científico e o Texto II, uma homenagem promovida por um site de publicidade. De que maneira o Texto II exemplifica o conceito de criatividade em publicidade apresentado no Texto I?

- Recorrendo a uma estrutura linguística simples.
- Explorando a polissemia do termo “criação”.
- Fazendo menção ao difícil trabalho das mães em criar seu filhos
- Utilizando recursos gráficos diversificados.
- Promovendo uma leitura simplista do papel materno em seu trabalho de criar os filhos.

QUESTÃO 4



Entre os seguintes ditos populares, qual deles melhor corresponde à figura acima?

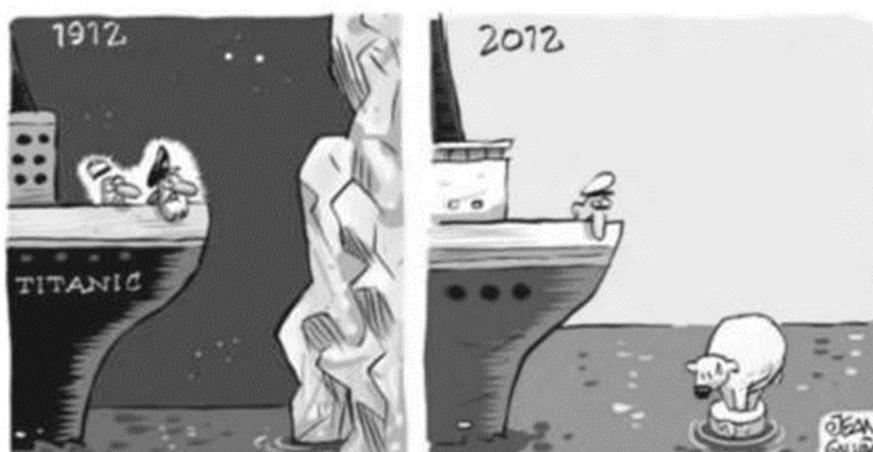
- Nem tudo que balança cai.
- Cada macaco no seu galho.

- Deus ajuda quem cedo madruga.
- Com perseverança, tudo se alcança.
- Quem tudo quer, tudo perde.

HISTÓRIA, GEOGRAFIA E BIOLOGIA

QUESTÃO 1

Observe a figura abaixo:



Disponível em: <https://peripeciasdavidawordpress.com/>. Acesso em: 07 jun. 2015

A discussão retratada na tirinha acima nos alerta para um fenômeno provocado principalmente pela queima de combustíveis fósseis. O fenômeno ao qual a tirinha faz referência é o (a):

- A. Efeito estufa
- B. Pororoca
- C. Aurora Boreal
- D. El Niño
- E. Chuva ácida

- E
- C
- A

D B

QUESTÃO 2

Ao assinar a Lei Áurea, que aboliu a escravidão no Brasil, a Princesa Isabel teria ouvido do Barão de Cotegipe que ela “ganhou a partida, mas perdeu o trono”. Sobre a frase do Barão de Cotegipe e a abolição da escravidão no Brasil, assinale a alternativa CORRETA.

- A Lei Áurea não garantia a inserção social dos escravos à sociedade brasileira, apenas declarava o fim da escravidão.
- A elite rural passou a apoiar a Coroa Brasileira após a abolição da escravidão.
- A Lei Áurea não fez nenhuma diferença, pois todos os escravos já haviam sido libertos com a Lei do Ventre Livre.
- O Barão de Cotegipe afirmou que a Princesa traiu o seu pai e perderia o trono para sua irmã.
- Em todo território nacional, a mão-de-obra escrava foi substituída totalmente pelo trabalho dos imigrantes europeus pelo sistema de parcerias.

QUESTÃO 3

Leia o texto abaixo e responda a questão a seguir:

Em 1944, Raphael Lemkin (1900-1959), um advogado judeu polonês, ao tentar encontrar palavras para descrever as políticas nazistas de assassinato sistemático, incluindo a destruição dos judeus europeus, criou a palavra 'genocídio' combinando a palavra grega geno-, que significa raça ou tribo, com a palavra latina -cídio, que quer dizer matar. Com este termo, Lemkin definiu o genocídio como 'um plano coordenado, com ações de vários tipos, que objetiva à destruição dos alicerces fundamentais da vida de grupos nacionais com o objetivo de aniquilá-los'. No ano seguinte, o Tribunal Militar Internacional instituído em Nuremberg, Alemanha, acusou os líderes nazistas de haverem cometido 'crimes contra a humanidade', e a palavra 'genocídio' foi incluída no processo, embora de forma apenas descritiva, sem cunho jurídico.” Fonte: O que é genocídio? In: Enciclopédia do Holocausto. Disponível em:

<http://www.ushmm.org/wlc/ptbr/article.php?ModuleId=10007043>, acesso em 15 de julho de 2015).

Assinale a alternativa que indica, respectivamente, o conflito no qual aconteceram as “políticas nazistas de assassinato sistemático” (citadas no texto acima) e um massacre, ocorrido em 1915, que é considerado um genocídio mesmo antes da palavra ter sido criada.

- A. Segunda Guerra Mundial e genocídio turco
- B. Primeira Guerra Mundial e genocídio turco
- C. Segunda Guerra Mundial e holocausto judeu
- D. Primeira Guerra Mundial e genocídio armênio
- E. Segunda Guerra Mundial e genocídio armênio

A

C

E

B

D

QUESTÃO 4

Leia as afirmativas a seguir sobre o território brasileiro.

- I. Localiza-se inteiramente nos hemisférios Sul e Ocidental.
- II. O Brasil é cortado ao sul pelo Trópico de Capricórnio e ao norte pela Linha do Equador.
- III. É o quinto país do mundo em extensão territorial e localiza-se no Continente Americano.
- IV. Possui 4 diferentes fusos horários, com horários atrasados em relação ao Meridiano de Greenwich.

Assinale a alternativa que apresenta somente as proposições CORRETAS:

As afirmativas II e III estão corretas.

As afirmativas II, III, IV estão corretas.

As afirmativas I, III, IV estão corretas.

- As afirmativas I, II, IV estão corretas.
- As afirmativas I e III estão corretas.

MATEMÁTICA, QUÍMICA, FÍSICA

QUESTÃO 1

Ricardo foi viajar com sua família para a cidade do Rio de Janeiro para assistir a um dos jogos da Copa do Mundo. Levou quatro horas para chegar ao destino, o que gerou uma velocidade média de 100 km/h. Voltando para casa, pegou congestionamento no trânsito e fez uma velocidade média de 80 km/h. Nas mesmas condições e percorrendo a mesma distância, o tempo que Ricardo levou para retornar foi de:

- A. 3 horas e 20 minutos.
- B. 4 horas.
- C. 5 horas.
- D. 3 horas e 12 minutos.
- E. 5 horas e 20 minutos.

- B
- C
- A
- D
- E

QUESTÃO 2

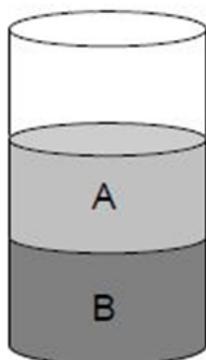
Nos jogos olímpicos de 2012 em Londres, o atleta jamaicano Usain Bolt foi o campeão dos 100 metros rasos com o tempo de 9,63 segundos, estabelecendo assim um novo recorde. Sabendo que Usain Bolt partiu do repouso, é possível determinar que sua aceleração média na prova dos 100 metros rasos foi de:

Dados: $v = v_0 + at$
$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$

- 4,24 m/s².
- 6,36 m/s².
- 1,12 m/s².
- 9,00 m/s².
- 2,16 m/s².

QUESTÃO 3

A figura abaixo representa uma mistura de dois líquidos (A e B) imiscíveis, ou seja, que quando em repouso não se misturam. A respeito dessa situação, responda:



Qual a propriedade física da matéria que mantém os líquidos separados?

- Ponto de ebulição.
- Temperatura dos líquidos.
- Ponto de fusão.
- Densidade absoluta.
- Massa das substâncias.

QUESTÃO 4

Em um estudo publicado pelo The New York Times, foram comparados os diferentes desempenhos de medalhistas olímpicos em algumas modalidades, ao longo dos tempos.

Uma das que mais chama a atenção é a comparação entre o desempenho de Thomas Burke, nos jogos olímpicos de 1900, na prova de corrida dos 100 metros rasos com o desempenho do jamaicano Usain Bolt nos jogos olímpicos do Rio de Janeiro de 2014, na mesma modalidade. Thomas ficaria quase 20 metros atrás do jamaicano, que bateu novamente seu recorde mundial alcançando a marca de 9,63s para a prova.

(Disponível em: <<https://goo.gl/nkx26r>>. Acesso em: 10 jul. 2017.)

Assinale a alternativa que apresenta o valor aproximado da velocidade média desenvolvida na prova em que Usain Bolt foi medalhista olímpico nos jogos do Rio de Janeiro.

- 10,4 m/s
- 11,2 m/s
- 13,6 m/s
- 12,4 m/s
- 14,8 m/s

QUESTÃO 5

No Laboratório de Poções da Escola de Magia e Bruxaria Hogwarts (ROWLING, J.K. Harry Potter. Coleção. São Paulo: Saraiva, 2017), são encontradas diferentes substâncias, cujos pontos de fusão e de ebulição estão apresentados na tabela:

Substância	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)
Gosma cósmica	-16	110
Pedra filosofal	50	80
Chulé de ogro	-12	0
Ectoplasma	-100	16
Baba de dragão	25	55

De acordo com a tabela, considerando mudanças de estado físico da matéria nela apresentada, marque a alternativa correta:

- A 10 °C, o chulé de ogro será líquido.
- A 90 °C, a gosma cósmica será gasosa.
- A 15 °C, a gosma cósmica encontra-se no estado líquido.
- A 5 °C, a pedra filosofal estará no estado líquido
- O ponto de ebulição representa a temperatura em que a substância passa do estado sólido para o estado líquido.

QUESTÃO 6

Dois alpinistas vão escalar uma montanha de 660,50 m de altura. Um deles escala no primeiro dia 153 m e no segundo, 144 m. O outro escala 151,5 m no primeiro dia e no dia seguinte 145,5 m. Os dois subiram a mesma distância? Faltam quantos metros ainda para escalar o topo da montanha?

- A. Não, para escalar até o topo faltam 297 m.
- B. Sim, para escalar até o topo faltam 297 m.
- C. Não, para escalar até o topo faltam 363,5 m.
- D. Sim, para escalar até o topo faltam 363,5 m.
- E. Todas as alternativas estão incorretas.

- D
- B
- E
- D
- E

QUESTÃO 7

Relacione a coluna (I) com a coluna (II) e assinale a alternativa que apresenta a sequência correta sobre a classificação das substâncias:

Coluna I

1. Substância simples
2. Substância composta

Coluna II

- () H₂
- () O₃
- () NaCl
- () CO₂
- () N₂

1,2,1,2,1

1,1,2,2,2

1,1,2,2,1

2,2,1,1,2

2,1,1,1,2

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

TERMO DE RESPONSABILIDADE E CESSÃO DE DIREITOS DE IMAGEM

Eu,, portador(a)do documento nº, atesto que estou ciente da participação do aluno, pelo qual sou RESPONSÁVEL, nas atividades do projeto de extensão intitulado “Computação Afetiva “para o desenvolvimento de estratégias educacionais com aplicação no aprendizado. Conforme definidas abaixo.

O projeto tem como objetivo registrar os estados emocionais dos alunos durante as atividades. As atividades irão acontecer remotamente por meio do Tutor Inteligente MAZK, sob a instrução de Susi Machado de Oliveira.

Autorizo por meio do presente termo os pesquisadores responsáveis pelo projeto acima descrito, a realizar as imagens e vídeos que se façam necessários e a colher depoimento do (a) menor supracitado (a) bem como a utilização destas imagens e/ou depoimentos para fins educacionais científicos (livros, artigos, vídeos, slides).

A utilização destes será em favor do projeto de pesquisa acima especificado obedecendo ao que esta previsto na Lei que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança do Adolescente – ECA, lei nº8.069/1990) sem quaisquer ônus financeiro e restrições a nenhuma das partes.

Araranguá, de de 2021.

..... Assinatura do(a) Responsável do(a) menor

..... Assinatura do(a) Instrutor(a)